

**М. Р. АБДУЕВ**

**ПОЧВЫ** С ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ  
ФОРМОЙ ЗАСОЛЕНИЯ  
И ВОПРОСЫ ИХ  
МЕЛИОРАЦИИ

**БАКУ - 2003**

АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ

М.Р.АБДУЕВ  
Доктор сельскохозяйственных наук

**ПОЧВЫ С ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ  
ФОРМОЙ ЗАСОЛЕНИЯ  
И ВОПРОСЫ ИХ МЕЛИОРАЦИИ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР  
БАКУ 1968

ИЗДАТЕЛЬСТВО “ОЗАН”  
БАКУ – 2003

## ВВЕДЕНИЕ

Явление засоления почв в условиях Азербайджана проявляется и широком масштабе. Засоленные почвы распространены почти по всей полосе низменности и на подгорных равнинах республики. В пределах этой территории засоление развивается в весьма различных природных условиях миграции солей, главным образом аллювиально-аккумулятивных равнин, речных конусов выноса, делювиально-подгорных равнин. Засоление в районах аллювиально-аккумулятивных равнин развивается в условиях застойных грунтовых вод. В настоящее время эта форма засоления является наиболее изученной, и применительно к ней составлен ряд проектов инженерно-мелиоративных мероприятий. На значительных площадях эти мероприятия уже осуществлены и оказывают положительное действие на состояние указанных земель.

Засоленные почвы речных конусов выноса, формирующиеся под влиянием внутриконтинентальных грунтовых вод, распространены в пределах конусов выноса рек, стекающих с горной системы Большого и Малого Кавказа. Опубликованы обширный материал по генезису, особенностям и условиям мелиорации засоленных почв речных конусов выноса (почвенный институт им. В.В.Докучаева, Институт почвоведения и агрохимии АН Азербайджанской ССР, Азгипроводхоз).

Почвы с делювиальной и делювиально-пролювиальной формой засоления в пределах Азербайджана также занимают достаточно большую площадь, распространяясь почти по всей подгорной зоне республики. Эти почвы являются крупным резервом для расширения посевных площадей хлопчатника и других сельскохозяйственных культур. Засоленные почвы делювиального и делювиально-пролювиального происхождения в Азербайджане еще в 1928 г. были выявлены С.И.Тюремновым. Наличие таких почв подтверждено позднее исследованиями В.Р.Волобуева, В.А.Ковды, А.Н.Розанова, В.В.Егорова, А.С.Преображенского и других, изучавших засоленные почвы низменностей Азербайджана. Однако, несмотря на это, в почвенно-мелиоративном отношении эти почвы остались неизученными. Между тем в настоящее время в связи с подачей оросительной воды на указанную территорию производственные организации республики все шире осваивают земли подгорных равнин.

Орошающее земледелие почти не располагает опытом хозяйственного использования подобных земель. Освоение их затрудняется многими обстоятельствами: они зачастую сильно засолены и солонцеваты, большей частью обладают тяжелоглинистым механическим составом и слабой водопроницаемостью. Осадки и поливные воды задерживаются на их поверхности, слабо проникая в нижние горизонты. Таким образом, химические, физические и физико-химические свойства почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления крайне неблагоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Действительно, колхозы в этой зоне в основном получают весьма низкие урожаи. Бывают случаи, что не собирают даже высеванной нормы зерна. Кроме того, при орошении в ко-

роткий промежуток времени почвы подвергаются сильному вторичному засолению и очень быстро выходят из строя. Все это вызвало потребность в ускоренной разработке мелиоративных мероприятий по оздоровлению и освоению этих земель. Положение усугублялось также подачей воды на орошение земель подгорных равнин и переселением на низменность ряда колхозов из горных районов республики.

Методы коренного улучшения почв с делювиальной формой засоления не разработаны. Необходимость изучения генезиса, свойств и приемов мелиорации этих почв длительное время недооценивались, и до последнего времени мы не имели теории, основанной на непосредственных полевых и экспериментальных исследованиях по происхождению этих почв, их сезонной динамике и способам мелиорации.

Автор настоящей работы поставил себе целью изучение особенностей солевой миграции в условиях подгорных делювиально-пролювиальных равнин Азербайджана. Изучая эту генетическую форму засоления почв с целью разработки методов мелиорации, мы опирались на данные собственных длительных исследований и имеющийся литературный материал.

Собранные нами экспедиционные, стационарные экспериментальные исследовательские материалы, возможно, еще не достаточны для исчерпывающего разрешения сложной проблемы происхождения и освоения названных почв. Однако в настоящее время, когда началось их освоение, представляется полезным привести собранный нами материал в определенную систему и сформулировать основные теоретические положения о происхождении, свойствах и основных принципах мелиорации и освоения почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления. Такие почвы, по-видимому, могут служить аналогом для почв сходного генезиса, развитых в условиях других областей Советского Союза и зарубежных стран.

Засоление почвы, связанное с переносом солей поверхностью движущимися водами, широко распространено и встречается во многих засушливых районах как Советского Союза, так и других стран. Однако Азербайджан представляет собой особый интерес в этом отношении, поскольку эта форма засоления представлена здесь наряду с другими, что создает ценные предпосылки для сравнительного анализа своеобразия засоления разного генезиса.

Почвы с делювиальной формой засоления мы исследовали в течение десяти лет (с 1955 по 1964 гг.) на подгорных равнинах Сиазань-Сумгaitского массива, в Мильской степи и на делювиальных и делювиально-пролювиальных равнинах хребтов Боздаг, Харами, Кюровдаг и Бабазанан. Вся работа проводилась в почвенно-мелиоративной лаборатории Института почвоведения и агрохимии АН Азербайджанской ССР, руководимой академиком АН Азербайджанской ССР, доктором сельскохозяйственных наук, профессором В.Р. Волобуевым.

Все полевые исследования и лабораторные эксперименты осуществлены лично автором. В выполнении полевых работ автору оказывал помощь А.М. Кадымов. Анализы почв выполнены в основном при участии Ш.Э.Рзаевой и О.Н. Кесаревой.

При чтении рукописи, академик И.Н. Антипов-Каратаев, проф. В.В. Егоров, доктор наук Н.И. Базилевич и кандидат наук Г.В. Захарына сделали ряд ценных замечаний и советов, которые учтены автором при окончательном оформлении монографии.

Автор приносит всем перечисленным лицам свою глубокую благодарность.

Работа состоит из двух частей: первая часть работы посвящена генезису и режиму засоления почв с делювиальной формой засоления (главы I-VII), вторая часть – разработке приемов мелиорации этих почв (главы VIII-XI).

## *ЧАСТЬ ПЕРВАЯ*

# **ГЕНЕЗИС И РЕЖИМ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ С ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ЗАСОЛЕНИЯ**



## ГЛАВА I

### ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КЛАССИФИКАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

#### 1. Краткий обзор классификации засоленных почв

Несмотря на то, что первые попытки классификации засоленных почв имеют достаточно давнюю историю, этот вопрос и в настоящее время нельзя считать окончательно решенным.

При классификации засоленных почв, прежде всего, принималось во внимание наличие в них легкорастворимых солей и их химический состав. Опираясь на эти признаки, некоторые исследователи (Кноп, Камерон, 1899; Гильград, 1906) выделяли заселенные почвы в самостоятельную группу и классифицировали их по солевому составу. В.В.Докучаев (1886) и Н.М.Сибирцев (1899) относили засоленные почвы к классу а зональных почв. По геоморфолого-генетическому признаку В.В.Докучаев подразделил их на хаки, лиманные образования, марши и др.

В классификациях П.С.Косовича (1903), М.А.Димо (1907), К.Д.Глинки (1915, 1926), С.С.Неуструева (1926) засоленные почвы разделялись на солончаки и солонцы С.С.Неуструев солонцовье почвы отнес к автогенным, а засоленные – к гидрогенным с подразделением на солончаки и солончаковые почвы.

Новый этап в понимании природы засоленных почв связан с именем К.К.Гедройца (1908-1917), показывавшего значение состава поглощенных оснований в развитии солонцов и вместе с этим развивающего идеи эволюции в формировании и засоленных и солонцеватых почв. Его идеи были широко использованы в последующих классификациях засоленных почв.

Детальные классификации засоленных почв с учетом ряда признаков были предложены Д.Г.Виленским (1924) и С.И.Тюремновым (1926). Д.Г.Виленский считал засоленные почвы принадлежащими к отделу галогенных почв и подразделял их по морфологии, солевому составу, по положению в профиле почвы горизонта аккумуляции солей и др. С.И.Тюремнов в своей классификации наиболее последовательно использовал такие признаки, как общее количество солей в почве, химический состав их, морфология солевых горизонтов. Важное место отводил фактору накопления солей.

В.А.Ковда (1935, 1937) построил свою классификацию на идеи развития засоленных почв.

В классификациях засоленных почв С.Я.Сушко (1930), Н.И.Усова (1937), Е.Н.Ивановой, А.П.Розанова (1939), В.Р.Волобуева (1948), В.А.Ковды, Б.П.Строганова, В.В.Егорова (1960), наряду с генезисом засоленных почв, большое место отведено общему содержанию солей в почве и их составу.

В.Р.Волобуев же (1964) считает необходимым исходить из трех порядков их деления, являющихся известными стадиями познания явления засоления почв: 1) характеристики на основе соловых признаков, или описание диагностическое; 2) деление генетическое, или собственно классификация; 3) деление социальные (деление на агроэкологические разряды).

Соловые признаки, по В.Р.Волобуеву, должны быть предусмотрены в таком составе, чтобы в своей совокупности они характеризовали засоленные почвы во всех их существенных свойствах, включая содержание и состав солей, морфологические данные, соловую динамику и условия формирования засоленных почв. В число вопросов, разработка которых особенно важна для правильного объяснения происхождения засоленных почв и обоснования их классификации в каждом конкретном случае. В.Р.Волобуев считает необходимым включить вопросы о том, как именно происходит в природе концентрация солей, каковы факторы и пути их миграции, т.е. весь процесс засоления почв. Далее В.Р.Волобуев указывает, что классификация засоленных почв должна отражать формы, в которых проявляется миграция солей на земной поверхности, взаимосвязанность их, т.е. переход из одной в другую, а также зависимость соловой миграции и концентрации от местных условий.

Таким образом, происхождение засоления почв и грунтовых вод может быть правильно истолковано только на основе общих законов миграции элементов в природе и, в частности, на поверхности земли, т.е. на основе геохимических представлений.

А.Е.Ферсман (1939) указывал два этапа миграции элементов – извлечение ионов из кристаллических решеток путем перевода их в раствор и последующее осаждение этих веществ из растворов. Рассмотрев порядок извлечения ионов в гипергенной зоне, А.Е.Ферсман (1937) приходит к заключению, «что извлечение идет в порядке максимальной растворимости, а следовательно, от малых эквов к большим, от малых валентностей к большим, от больших ионных радиусов к малым, от малых величин энергии решеток к большим. Поправки вносят: поглощение почвой и захват живым веществом».

Осаждение галофилов, по А.Е.Ферсману (1935), также подчиняется энергетическим законам и происходит в порядке, обратном их извлечению из кристаллической решетки. При этом, по мысли В.Р.Волобуева (1948), не менее важной является зависимость поведения галофилов от климатических условий и геологической истории страны. Подтверждением этой мысли могут служить данные Г.А.Максимова (1943). Им установлено, что субарктическая тундровая и тропическая красноземная зоны имеют реки, выносящие в море, главным образом, кремнеземные и гидрокарбонатно-кремнеземные соли. Воды рек умеренных широт несут гидрокарбонатно-кальциевые соли. Речные воды пустынных областей имеют хлоридный и сульфатный соловой состав.

Эти особенности в расположении геохимических фаций речных вод земного шара, очевидно, отражают стадии выветривания пород, слагающих континенты.

Размещение стадии выветривания на поверхности земного шара на современном этапе геологической истории, несомненно, связано не только с геологией, но и с климатическими условиями, определяющими прежде всего интенсивность прохождения отдельных стадий выветривания.

И.П.Герасимов и Е.Н.Иванова (1936), основываясь на анализе солеобмена в системе почва – вода, устанавливают три основных геофизических типа солевого баланса: аридный, экстрааридный и гумидный. Учитывая геоморфологические и геологические условия, они выделяют подтипы солевого баланса: сточный и бессточный, континентальный и морской. Далее авторы различают направление стока: поверхностное и инфильтрационное. Каждый из типов и подтипов солевого баланса существенно отличается составом выпадающих и уносимых солей.

Таким образом, характер миграции галофилов является тем основным признаком, на основе которого должен строиться географический анализ солевой миграции.

При рассмотрении географии засоления почв Азербайджана В.Р.Волобуев (1948) выделяет следующие 11 форм засоления: элювиальное, дефляционно-аккумулятивное, делювиальное, пролювиальное, конусовое, аллювиальное, долинное, приморское, приболотное, глубинно-напорное, сопочное.

Действительно, засоление почв в Азербайджане по своему происхождению имеет разный характер. Помимо этого, важно также иметь в виду наличие засоленных почв, сочетающих разные формы засоления.

## 2. Генетическое своеобразие засоленных почв Азербайджана

Рассмотрение литературных и фондовых материалов приводит к заключению, что в Азербайджане наиболее распространенными являются почвы аллювиальной формы засоления, возникающей за счет капиллярного поднятия к поверхности сильно минерализованных грунтовых вод, практически не имеющих стока. Почвы с аллювиальным засолением отличаются большой динамичностью водно-солевого режима и широким распространением явлений так называемого вторичного засоления. При этом на их свойства большое влияние оказывает воздействие хозяйственной деятельности (режим орошения и др.).

В низменных районах республики большое распространение имеют почвы также конусового засоления. Фактором миграции солей в этих почвах являются внутриконусовые грунтовые воды, имеющие сток вниз по уклону и обычно значительно пополняемые за счет оросительных вод. Для этой формы засоления характерно возрастание засоления почвы к периферии конусов выноса.

Большие площади в республике занимают почвы золово-морского засоления, распространенные в основном в приморской полосе Каспия, и связанные с влиянием моря и золовым перераспределением засоленных почвенных масс.

В районах, где развиты процессы денудации засоленных пород, а также золовое перемещение продуктов выветривания, распространены почвы озерного и дефляционно-озерного засоления. К озерному типу относится, в частности, соленакопление в Аджинаурской мульде, где имеется пересыхающее соленое озеро, окайм-

ленное солончаками. На Апшеронском полуострове развито дефляционно-озерное засоление, возникающее за счет скопления и последующего испарения делювиальных солевых вод в разработанных дефляцией депрессиях, приуроченных к соленосным глинистым отложениям продуктивной толщи. Последние при выветривании и под влиянием солей, содержащихся в породе, а местами под влиянием испаряющихся пластовых вод, агрегируются до состояния псевдопеска и развеиваются ветром. Скапливающиеся в депрессиях воды, испаряясь, усиливают этот процесс.

В республике имеются также засоленные почвы, связанные с сопочной деятельностью. Такие почвы большей частью распространены в восточных районах. Сопочные и делювиальные воды, выщелачивающие грязевые выбросы, развиваются на периферии и вызывают развитие солончаков грунтового питания, которые под влиянием сильно выраженной золовой деятельности развиваются и создают шоры – зоны выдувания и бугристые поля – зоны навевания.

Почвы, засоление которых обусловлено верховодкой, возникают в результате концентрации солей поливных вод; в основном распространены в районах орошающего земледелия.

Почвы с делювиальной формой засоления относятся к числу широко распространенных в Азербайджане. Освещению специфики этих почв и посвящена настоящая работа.

### 3. Почвы с делювиальной формой засоления и районы их распространения

Под почвами с делювиальной формой засоления мы подразумеваем почвы, формирующиеся под влиянием поверхностного делювиального и делювиально-пролювиального стока<sup>1</sup> в условиях отсутствия связи с грунтовыми водами.

Воды делювиальных потоков отлагаются на поверхностях делювиальных склонов, особенно в их шлейфовой зоне, тонко отмученный материал, что вызывает непрерывное омолаживание верхнего горизонта почв. Концентрирование солей в верхних слоях почв при этом связано, с одной стороны, с привносом солей с выщелачивающих участков, а с другой – с перераспределением солей внутри почвенного профиля.

Наибольшая площадь этих земель приурочена к Ширванской, Мильско-Карабахской степям и Кировабад-Казахскому и к Сиазань-Сумгaitскому массивам (рис. 1).<sup>2</sup> Немалые площади почв с делювиальной формой засоления имеются также в юго-восточных предгорьях Кобыстана, в Нахичиванской АССР, в пределах

<sup>1</sup> О перемещении солей с поверхностным делювиальным стоком и накоплении их в почвах в местах рассеивания (испарений) этого стока говорится в работах Л.П.Розова (1936), В.А.Ковды (1937, 1956), Д.Г.Шиленского (1938), И.А.Шульги (1938), Н.А.Качинского (1938), В.Р.Волобуева (1948), В.В.Егорова (1951), Н.И.Базилевича (1956), А.Н.Розанова (1959) и др. В.Р.Волобуевым (1948) определено и классификационное положение почв с делювиальной формой засоления.

<sup>2</sup> Схема районов распространения почв с делювиальной формой засоления составлена на основании почвенных данных и с учетом геоморфологической карты Азербайджанской ССР.

Джейранчельского массива и даже в Ленкоранской области. Такие почвы локально распространены также и в пределах горных областей.

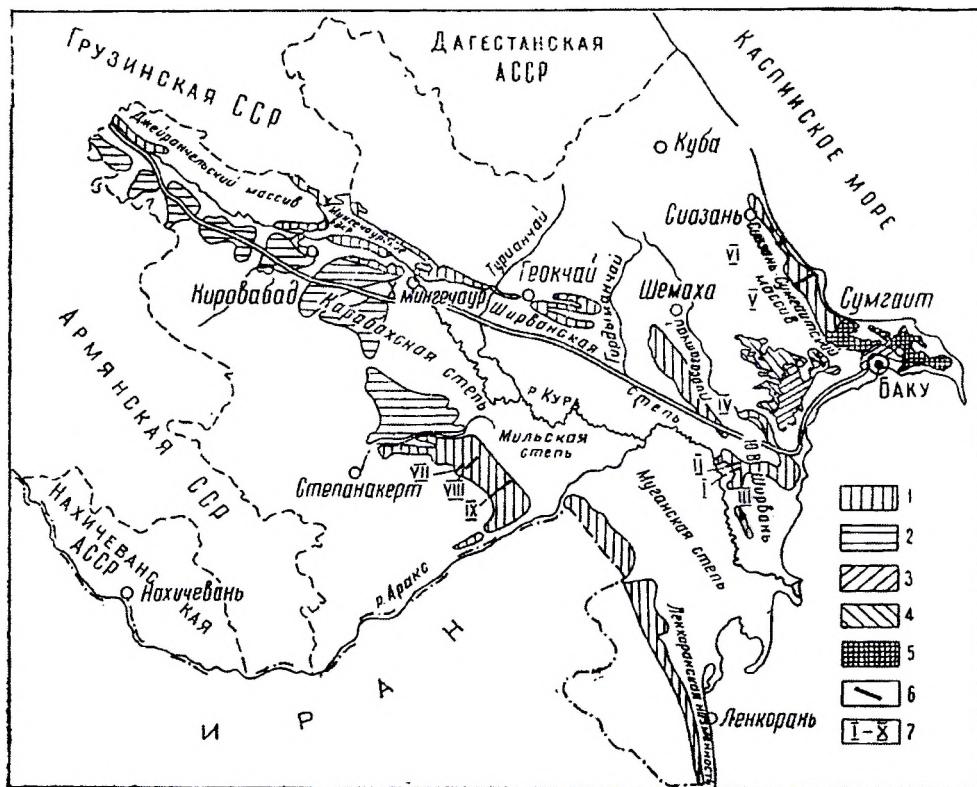


Рис. 1 Районы распространения почв с делювиальной формой засоления. 1 – делювиальные подгорные верхнечетвертичные равнины; 2 – пролювиально-делювиальные подгорные верхнечетвертичные равнины; 3 – абразионно-пролювиальные средне верхнечетвертичные равнины; 4 – абразионно-пролювиальные верхнечетвертичные равнины; 5 – абразионно-аккумулятивные верхнечетвертичные равнины; 6 – профили экспериментальных исследований; 7 – номера профилей стационарных и экспериментальных исследований.

В условиях низменности Азербайджана площадь почв с делювиальной формой засоления, как показали наши подсчеты, составляет более одной трети (1 млн. 100 тыс. га) общей площади равнинной части республики.

Чтобы с необходимой полнотой выяснить особенности почв с делювиальной формой засоления, рассмотрим прежде всего условия их формирования.

## ГЛАВА II

### УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ С ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ЗАСОЛЕНИЯ

Районы распространения почв с делювиальной формой засоления, располагаясь в пределах равнинной части республики, занимают, главным образом, периферийную предгорную и подгорную зоны, высота которых в среднем составляет 100-200 м, а местами несколько меньше.

По своему геологическому строению эта часть республики тесно связано с Кура-Араксинской низменностью, окружающими ее горными сооружениями и в некоторой степени с историей Каспийского моря.

Формирование суши в условиях низменности Азербайджана имеет сложную историю. По геологическим данным, до эпохи бакинского моря Муганская низменность представляла собой залив, непосредственно омывающий склоны Большого и Малого Кавказа. Поднятие Аджинаурской возвышенности и заполнение Куринской депрессии наносами Куры, Аракса и других рек, сбегавших со склонов Малого и Большого Кавказа, произошло в после бакинское время.

Последовательность формирования суши в пределах интересующего нас массива рассмотрена в работах В.Е.Хаина и А.Н.Шарданова (1952). Эти авторы отмечают, что в конце Абшерона – начале четвертичного времени имели место крупные регресии моря, что вызвало осушение значительных пространств в пределах Куринского залива. По данным некоторых исследователей (Шишкин, Роговская, Попов, Гаврилов, Победоносцев, Аристов, 1950-1951), в это время у южного склона Б. Кавказа на месте современных низкогорий Аджинаура начала формироваться подгорная наклонная равнина. На исходе плиоцена и в начале антропогена, как отмечают В.И.Хайн и А.Н.Шарданов (1952), предгорные равнины превратились в наклонные равнины. Одновременно усилилось поднятие антиклинальных складок в Аджинауре и Харамино-Сальянской полосе, широко проявилась деятельность грязевых вулканов, начавшаяся еще в среднем плиоцене.

В середине антропогена наступает новое и притом значительное усиление тектонических движений. Верхнеплиоценовые наклонные равнины расширяются за счет более низких нижеантропогеновых. Это становится особенно заметным в полосе по восточной окраине М.Кавказа, где образуется Карабахско-Мильская наклонная равнина. По предположению этих авторов, в промежуток времени между

гюргянской и хазарской трансгрессиями происходит полное осушение территории Куриńskiej впадины и значительное сокращение моря в пределах современного Каспийского бассейна. В это же время вырисовывается Апшеронский полуостров, занимавший площадь, значительно превышающую нынешнюю и охватывающую, вероятно, Апшеронский архипелаг и Северо-Апшеронскую акваторию.

Реннехвальинская трансгрессия, по В.Е.Хаину и А.Н.Шарданову, в последний раз привела к затоплению большей части Нижне-куринской впадины. В дальнейшем море уже не проникало восточнее слияния Куры и Аракса. В верхнем антропогене продолжался активный рост антиклинальных складок и соответствующих им возвышенностей Харамино-Сальянской полосы. В более замедленном темпе подобные движения наблюдались вдоль южной окраины Аджинаура (хр.Гедакбоз, Дуздаг, Боздаг, Караджа и Карамарьянский увал) и, вероятно, на восточном Апшероне. Это привело к сохранению до настоящего времени в указанных районах элементов чисто тектонического рельефа. Рост некоторых из этих поднятий продолжается и в современную эпоху.

Вторая половина антропогена явилась временем интенсивного расчленения наклонных равнин, окаймляющих Малый и Большой Кавказ, с образованием своеобразного рельефа, к которому относятся и современные делювиальные и делювиально-пролювиальные наклонные подгорные равнины.

Понятно, что трансгрессия и регрессия морских вод Каспийского бассейна не проходила бесследно для подверженной воздействию этих явлений территории. Колебания уровня Каспия сопровождались миграцией постоянных и временных потоков, а также их дельт вслед за перемещавшейся береговой линией. Большая часть этих потоков ныне отмерла; образовав систему сухих дельт, перекрываемых теперь делювиально-пролювиальными отложениями.

Процесс формирования сухих дельт Копетдагских подгорных равнин, как отмечают В.А.Ковда, Н.И.Базилевич и Л.Е.Родин (1956), привел к ухудшению условий подземного стока в периферической их области, что вызвало упаривание водных растворов и возрастание минерализованности грунтовых вод из-за притока солей со стороны гор. Эта фаза знаменовалась засолением луговых и лугово-болотных почв, формирующихся в условиях воздействия соленосных капиллярных растворов, восходящих от сравнительно неглубоко залегающих грунтовых вод. Развитие процессов засоления почв и наносов нашло отражение в формировании многочисленных солевых скоплений в толще осадков.

Новая регрессия древнего Каспия в дальнейшем привела к понижению уровня грунтовых вод и устранению влияния капиллярной каймы на почвообразовательные процессы. Вследствие этого обсохшие безводные древнеаллювиально-дельтовые, пролювиальные и подгорные равнины утратили гидрофильтрующую луговую и лугово-болотную растительность и вступили в фазу опустынивания. Ныне эти равнины вступают в новый цикл своего развития – некоторому расчленению поверхности и рассолению. Однако в условиях сухого климата процессы рассоления протекают чрезвычайно медленно. Как покажут излагаемые ниже данные, почти повсеместно солевые горизонты залегают в почвах очень близко к поверхности, вследствие чего соли и сейчас в весьма значительных количествах поступают на поверхность, при передвижении и испарении капиллярно-подвижной влаги, попа-

дающей в почву во время дождей и образования делювиальных потоков, и оказывают влияние на современные почвообразовательные процессы. Засоление почвогрунтов делювиальных и делювиально-пролювиальных подгорных равнин Азербайджана в значительной мере поддерживается благодаря постоянному приносу солей с гор поверхностными потоками. Все эти явления подробно будут разобраны несколько ниже.

Геоморфология низменностей Азербайджана, в том числе и делювиальных равнин, описана в ряде работ («Геоморфология Азербайджана», 1959; Волобуев, 1948, 1959; Колопотовский, 1949; Приклонский, 1932; Абдуев, 1956 и др.). Эти материалы, как и наши непосредственные наблюдения, показывают, что делювиальные равнинны отдельных частей низменности республики в геоморфологическом отношении отличаются своеобразием.

В Ширванской степи делювиально-пролювиальная равнина простирается к юго-востоку от Карамарьямской мульды до озера Аджикабул. На юге, в районе Ахсу, ее границей являются конусы выноса рек и аллювиальная равнина, а в районе Кази-Магомеда контактная депрессия Карасу. Рельеф равнины обусловлена деятельностью делювиальных и пролювиальных агентов, что создало пеструю картину поверхности и обусловило сортировку и перераспределение наносного материала. Делювиально-пролювиальная равнина Ширванской степи характеризуется наличием довольно многочисленных, иногда слабо, иногда более отчетливо выраженных конусов выносов временных овражных потоков.

В возвышенной части этой равнины имеется ряд грязевых вулканов. Наиболее выраженным среди них является вулкан Ахтарма-Пашалы. Рельеф, созданный ими, находится в тесной генетической связи с молодой антиклинальной складчатостью диапирового типа и морфологически очень своеобразен.

Продукты грязевых вулканов влияют не только на занятую ими территорию, но и на прилегающую низменность. Влияние это обусловлено химизмом продуктов грязевых извержений, представленных сопочной брекчии (рис. 3). Последняя засолена легкорастворимыми хлористыми и сернокислыми солями. Здесь также хорошо выражена древне морская терраса, относящаяся, по В.А.Клопотовскому (1949), к верхнему ярусу древнекаспийских отложений.

Крайнюю юго-восточную часть Кура-Араксинской низменности занимает юго-восточная Ширвань, подгорный район которой представляет собой наклонную равнину, расположенную вдоль подножья предгорий Кобыстана.

Особенностью юго-восточной Ширвани является наличие здесь небольших возвышенностей – брахиантиклиналей, осложненных грязе-вулканическими выбросами. Последние образуют сопочные поля и довольно мощные потоки сопочной брекчии на вершинах и склонах возвышенностей. Из таких брахиантиклинальных возвышенностей сложены пологие склоны хребтов Кюровдаг и Бабазанан с абсолютными высотами 40-150 м, явившиеся непосредственными объектами наших исследований. Эти массивы в своем ядре сложены плиоценовыми и четвертичными отложениями. Восточные склоны этих хребтов преимущественно пологи, а западные – круги и изрезаны оврагами, придающими им типичный облик бедлендов. Здесь резко расчлененные формы бедлена сочетаются с глинисто-псевдокарстовыми воронками, подземными пещерами, ходами и галереями. Вдоль

осевой линии возвышеностей, в местах выходов соленосных третичных пород, расположены солончаковые котлованы выдувания. Местами на подгорной равнине встречаются совершенно изолированные грязевые вулканы (Кюрсанга, Дуровдаг и др.), имеющие высоты до 40-120 м. Слоны их крутые, сильно изрезанные оврагами. На них получили широкое развитие формы глинистого псевдокарста.

Для делювиально-пролювиальной наклонной равнин Карабахской степи характерна волнисто-увалистая форма рельефа. Она занимает большую площадь в степи. Этот рельеф местами расчленен оврагами и балками, имеются также плоские овражно-балочные конусы выноса. По Ф.П.Саваренскому (1929) и В.А.Приклонскому (1932), в наиболее высокой подгорной зоне Карабахской степи отмечаются древние террасы, выделенные также на карте Б.Ф.Добринина (1948).

В западном направлении Муганская низменность переходит в Кировабад-Казахскую равнину. По геоморфологии, геологическому строению и истории Н.Г.Минашина (1958) делит Кировабад-Казахскую равнину на следующие области: 1) область преобладающей денудации, 2) область древней аккумуляции и преобладающей современной денудации, 3) область преобладающей современной аккумуляции.

Область преобладающей денудации представляет собой наиболее древние участки суши, испытывающие поднятия и деформации в результате тектонических, магматических и эрозионных процессов, начиная с конца мелового периода. К области древней аккумуляции относится верхняя часть древней Кировабад-Казахской наклонной равнины, сложенной мощными валунно-галечниковыми отложениями горных рек. Область преобладающей современной аккумуляции располагается во впадине, образовавшейся между Малым и Большим Кавказом в результате прогиба. Кроме речных потоков, сюда поступают и делювиально-пролювиальные потоки, которые приносят много тонкого мелкоземистого материала.

Подгорная равнина Мильской степи лежит на высоте 150-200 м постепенно опускается до уровня 0 м. Она представляет собой наклонную равнину с системой гравистых образований. Последние на отдельных участках приобретают радиальную конфигурацию, намечая ряд небольших конусов выноса. Каждый из этих конусов или их совокупность связаны с сухими долинами, расположенными в зоне предгорий и низких гор Карабаха, что дает основание считать эту наклонную равнину делювиально-пролювиальной.

Б.Р.Волобуев (1948), В.В.Егоров, В.С.Муратова и Г.В.Захарына (1951) выделяют в Мильской степи делювиально-пролювиальную равнину, исключающую конус выноса Аракса и Каркарчая, и отмечают в ее пределах четыре древние каспийские террасы на высотах 100-160 м, 50-100 м, 20-50 м и 0-20 м, большей частью затянутые впоследствии чехлом делювиально-пролювиальных наносов.

Делювиально-пролювиальная равнина в Муганской степи занимает ее южную и юго-западную части, лежащие вдоль склонов гор (от 75 до 23 м абсолютной высоты). Верхняя часть равнины характеризуется преимущественно более крутыми уклонами, нижняя – малыми. В формировании рельефа Южной Мугани, как и в случае других подгорных равнин Кура-Араксинской низменности, большую роль играли колебания уровня Каспия, обусловившие его неоднократные трансгрессии и репрессии, сопровождающиеся образованием более или менее ясно выраженных террас и накоплением

осадков особого прибрежного (лагунного) типа (Волобуев, 1959).

Наклонная равнина Южной Мугани имеет делювиально-пролювиальный генезис и ограничения с севера конусом выноса Аракса, а с юга - конусом выноса р. Болгарчай. Последний состоит из собственно аллювиального конуса и делювиального шлейфа. Пограничной линией между этими двумя частями может служить горизонталь 15 м, к которой приурочен перелом в уклоне поверхности: выше он круче, а книзу положе. Этот перелом отвечает одной из новокаспийских террас. Ясный уступ новохвалынской террасы с волноприбойным дюнным валом, проходящей примерно на уровне 0 м, четко отделяет делювиально-пролювиальный участок подгорной равнины от расположенной ниже аллювиальной равнины.

В северо-восточной части республики расположена низменность, являющаяся отрезком узких подгорных равнин, прилегающих к Каспийскому морю и опоясывающих подножия восточной оконечности Большого Кавказа. Эта плоская слабонаклонная равнина, которую мы в дальнейшем будем называть Сиазань-Сумгайтским массивом, вытянута с северо-запада на юго-восток. Низменное побережье Каспия здесь достигает в ширину в юго-восточной своей части 4-6 км, на северо-западе расширяется до 12 км, образуя Кильзинскую косу. В генетическом отношении Сиазань-Сумгайтский массив тесно связан с прилегающей горной системой, окружающей низменность с северо-запада. В горной части массива в рельефе преобладает прямое влияние тектоники. В районе с Алтыагач водоразделы имеют синклинальное строение. В понижениях горной части массива засушливость климата способствовала проявлению аридно-денудационных процессов. Здесь на склонах долин развит бедленд и глинистый псевдокарст; наблюдается также широкое развитие оползней и оползнево-сезевых потоков. В некоторых долинах на обломочно-осыпных отложениях склонов развит своеобразный рельеф – земляные пирамиды. Водораздельные области хребтов сложены и являются остатками абразионных и эрозионно-денудационных поверхностей выравнивания. На Бешбармакской горе имеются характерные дибарацкие известняковые утесы. На расширениях долин рек имеется серия низких, средних, а отчасти и высоких аккумулятивных, аккумулятивно-эрэзионных и эрозионных террас.

Собственно, Сиазань-Сумгайтский массив сложен четвертичными отложениями, перекрывающими глубоко погруженные третичные и мезозойские породы. Последние выходят на поверхность лишь в антиклинальном поднятии на Кильзинской косе в виде плоских абразионных гряд («Геоморфология Азербайджана», 1959). Низменный пояс характеризуется преобладанием процессов аккумуляции (аллювиально-пролювиальной, делювиальной, морской и эоловой). Он представляет собой наклонную террасовую равнину, образованную аккумулятивно-абразионными низкими новокаспийскими и верхнехвалынскими террасами Каспия. Равнина слабо изрезана крутосклонными, но неглубокими меандрирующими аврагоподобными руслами рек с одной-двумя террасами. Наносы рек (Вельвеличай, Гильгильчай) образуются из меловых отложений и насыщены карбонатами. Поэтому почвенный покров в направлении с северо-запада на юго-восток становится более карбонатным. Междуречья имеют неглубокое эрозионное расчленение.

Сиазань-Сумгайтский массив покрыт на поверхности суглинками. В подгорной зоне они имеют аллювиально-пролювиальное и делювиальное происхождение. Эти

наносы залегают на галечниках обширных конусов выноса, накладывающихся на морские террасы. Этот массив отличается наличием остатков многочисленных малых и больших лагун. Крупные древние лагуны, в большинстве случаев совершенно сухие, ныне представляют собой солончаковые пространства. Эти депрессии теперь бывают под водой лишь в периоды дождей, когда в них скапливаются воды поверхностного стока. Такие лагуны расположены у с. Советабад, между станциями Ситалчай и Яшма и у г. Сумгайт. На массиве встречаются невысокие грязевые вулканы с грифонами. Некоторые из этих вулканов действующие и их выбросы разливаются на окружающие участки. Таковы грязевые вулканы у поселка Зорат (на параллели г. Бешбармак) и у с. Ситалчай.

Таким образом, из сказанного ясно, что в подгорной зоне Азербайджана делювиально-пролювиальные равнины, наряду с общими чертами в геоморфологии, имеют в каждом массиве свои особенности.

Грунтовые воды. Первые обобщающие исследования по грунтовым водам низменности Азербайджана, в частности Кура-Араксинской, были проведены Ф.П.Саваренским (1929, 1931) и В.А.Приклонским (1932, 1946). В последнее время знания о грунтовых водах углублены и детализированы работами ряда исследователей (Волобуев, 1946; Давыдов, 1953; Сулейманов, 1955, 1961; Исрафилов, 1956 1961; Абдуев, 1958; Бибарсова, 1958; Таиров, 1958; Гиркина, 1960; Гаврилов, 1961; Вайдов, 1961, Мамедъяров, 1961; Муратова, 1962 и др.). На основании новых исследований работников Азгеологоуправления и Института геологии АН Азерб. ССР были составлены карты уровня, минерализации и состава грунтовых вод.

Из этих карт видно, что грунтовые воды в условиях делювиальных равнин или отсутствуют или залегают на такой глубине, что их капиллярная кайма не достигает почвенных слоев. Однако на отдельных массивах залегание этих вод имеет свои особенности.

В условиях делювиальных равнин Кировабад-Казахского массива по мере удаления от предгорий в связи с переходом грубообломочных пород к более глинистым уменьшается водопропускная способность грунтов. Это обусловливает уменьшение уклона зеркала грунтовых вод в том же направлении. В целом же по глубине залегания грунтовых вод массив делится на восемь гидрогеологических подрайонов (Сулейманов и Мусаев, 1961). В условиях делювиально-пролювиальных равнин западной части массива грунтовые воды залегают в основном на глубине более 10 м.

Значительные площади характеризуются глубиной залегания грунтовых вод, превышающей 20 м. Глубоко залегающие грунтовые воды довольно широко распространены в центральной части массива. Крайняя юго-восточная часть массива характеризуется тем, что в местах, где третичные породы непосредственно покрыты чехлом делювиально-элювиальных отложений, грунтовые воды в четвертичных отложениях отсутствуют.

Грунтовые воды делювиальных равнин Кировабад-Казахского массива почти пресные. Минерализация их варьирует в пределах 0,6-6 г/л. По составу воды – гидрокарбонатно-кальциевые.

Специфический характер носит поверхность грунтовых вод в условиях делювиальных равнин Восточной Ширвани. Здесь в районе Падарской депрессии, гидро-

изогипсы, замыкаясь на глубинах от 14 до 20 м, образуют бессточный бассейн. В гидрорельефе выделяется лоткообразная депрессия. Гидроизогипсы здесь сильно разрежены. По мере продвижения к востоку они расширяются, оставаясь открытыми к оз. Аджикабул (Сулейманов, Мусаев, Исрафилов, 1961).

Исследованиями Л.А.Гиркиной (1960) выяснено, что для большей части делювиальных равнин Восточной Ширвани, грунтовые воды при бурении до 18-20 м не были обнаружены. Сравнительно неглубокий уровень грунтовых вод, порядка 9-16 м от поверхности земли, был обнаружен только в самой нижней части делювиальных склонов. Минерализация этих вод высокая – колеблется в пределах 21 – 50 г/л. Лишь в немногих случаях это воды имеют низкую минерализацию, порядка 2-3 г/л. Солевой состав их гидрокарбонатов-сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевый.

Соленость грунтовых вод данного массива обусловлена тем, что они питаются за счет делювиально-пролювиальных потоков, стекающих со склонов с сильно засоленными грунтами (хребты Ленгебизский, Большой и Малый Харами).

Примерно на таком же порядке уровня залегают грунтовые воды делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани (районы хребтов Дуровдаг, Кюровдаг, Бабазан). Здесь в шлейфовой зоне делювиальных равнине глубина грунтовых вод в большинстве случаев доходит до 8-10 м от поверхности земли. К средней и верхней зонам делювиальных склонов грунтовые воды сильно углубляются (до 15-20 м и больше от дневной поверхности). Минерализации их здесь сравнительно высокая колеблется в пределах 1,5-16,7 г/л. Общая минерализация увеличивается в направлении к центру степи. В составе солей преобладает хлористый натрий, на долю которого приходится местами до 80% от суммы всех солей.

Грунтовый бассейн делювиально-пролювиальных равнин Мильско-Карабахского массива, по данным В.А.Приклонского (1932) и Г.Ю.Исрафилова (1956, 1961), имеет наклонную в профиле поверхность с общим уклоном на северо-восток в направлении общего уклона дневной поверхности. Грунтовые воды данного массива залегают глубже 10-20 м от поверхности земли. Эта зона грунтовых вод проходит по границе перехода наклонной равнины в плоскую равнину Мильско-Карабахского массива.

С.И.Долгов и Г.В.Захарьина (1958) приводят данные по режиму грунтовых вод и почвенной влаги для делювиальных равнин Мильской степи. В скважине, расположенной на расстоянии 500 м выше канала им. Орджоникидзе, грунтовые воды в 1950 г. находились на глубине 12,5 м. С июля 1950 г. по декабрь 1952 г. включительно наблюдалось поднятие уровня грунтовых вод на 1,5 м. Поднятие это на данном участке как указывает Г.В.Захарьина (1958), обусловливается подпором и питанием грунтовых вод в приканальной части делювиальной равнины из канала им. Орджоникидзе. Отдельные подъемы и спады уровней воды в скважинах обусловлены подъемами и спадами воды в канале. В почвах верхней части делювиальных равнин при значительной глубине грунтовых вод, превышающей 12 м, складывается элювиальный тип режима влажности. Просачивание атмосферных осадков здесь большей частью ограничивается верхним слоем мощностью около 50 см (лишь иногда достигая глубин 100-150 см), где влажность составляет 12-15%. Ниже по профилю наблюдается довольно стабильная влажность почв, порядка 8-10%, что соответствует величине пленочной или даже гигроскопической влаги в глинистых грунтах.

В.С.Муратова (1962), обобщив гидрологические данные, полученные в результате работ экспедиции Азгеологоуправления 1946-1947 гг. и Кура-Араксинской экспедиции Почвенного института АН СССР в 1949 г., составила схемы глубин залегания, минерализации и типов химического состава грунтовых вод. Из этих материалов видно, что дельтические равнины Мильской степи (выше канала им. Орджоникидзе) имеют грунтовые воды с минерализацией менее 2 г/л. По химическому составу они относятся к смешанному типу с преобладанием гидрокарбоната натрия. По указанию В.С.Муратовой, здесь капиллярная влага не достигает почвенных горизонтов и почвы развиваются вне влияния грунтовых вод.

Грунтовые воды нижней части дельтических равнин Мильской степи залегают на глубинах 4-7 м. В этом случае, капиллярно-пленочные токи грунтовых вод проникают в нижнюю часть корнеобитаемого слоя. Накопления солей в поверхностных горизонтах не наблюдается, в глубоких горизонтах соли накапливаются благодаря внутриводному испарению и транспирации.

Необходимо отметить, что в полосе земель, подкомандных каналу им. Орджоникидзе, до пуска его канала в эксплуатацию грунтовые воды и здесь залегали глубоко — на глубине 14-15 м (Ножин, 1929). После пуска канала в эксплуатацию произошел резкий подъем уровня грунтовых вод (до 2-4 м от поверхности), что привело к засолению значительной части территории. Минерализация грунтовых вод здесь колеблется в пределах 2-5 г/л. В связи с тем, что в настоящее время (начиная с 1952 г.) грунтовые воды этой части равнин регулируются коллекторно-дренажной сетью, в процессе соленакоплений они роли не играют (об этом см. вторую часть настоящей работы).

Грунтовые воды Сиазань-Сумгaitского массива изучены слабо. Н.С.Кулошвили (1948) по уровню залегания грунтовых вод делит его на два резко отличных друг от друга участка. Первый участок, расположенный ближе к морю, представляет собой террасу древнего Каспия. В пределах дельтическо-проливиальных равнин этого участка грунтовые воды залегают на глубине 6-10 м от дневной поверхности. Вдоль высокого, обрывистого утеса Бешмармак у шлейфа склонов имеются выходы подземных вод из трещиноватых известняков в виде родников. В этой части дельтическо-проливиальных равнин наблюдается относительно высокое стояние грунтовых вод, что, по предположению С.Г.Аристова (1957), находится в связи с интенсивным выклиниванием подземных вод, циркулирующих в коренных известняках мелового возраста. Благодаря крутым обрывам коренных пород по контакту с наносами воды из трещин известняков поступают в покровные отложения, образуя в последних свободный горизонт грунтовых вод. К юго-востоку от ст. Зорат вода появилась на глубине 7,5 м; на участке, прилегающем к средней зоне дельтическо-проливиальных равнин, грунтовые воды были вскрыты на глубине 8-9 м.

В районе Кильязинского песчано-гравийного карьера подземные воды выходят в виде сосредоточенного родника. Вода на вкус слабо-минерализована. Юго-восточнее Кильязинского карьера на отдельных небольших участках береговой линии глубина грунтовых вод колеблется в пределах 5-7 м. На остальных участках первого района грунтовые воды до глубины 7 м не вскрыты.

Второй участок, представляющей собой повышенную часть дельтическо-проливиальных равнин, характеризуется отсутствием грунтовых вод в толще по-

род верхнемелового и третичного возраста. В области развития указанных пород встречаются лишь отдельные выходы подземных вод в виде восходящих родников типа сопок. В этом отношении особенно характерен Яшминский участок делювиально-пролювиальных равнин. Действующие сопки находятся на вершине небольшой возвышенности.

На равнине Богаз Сиазань-Сумгайтского массива грунтовые воды залегают глубоко. В юго-западной части этой равнинны глубина залегания их составляет 10-16 м. В южной половине северо-восточной части равнинны они размещаются несколько ближе к дневной поверхности. На участке между пос. Насосный и береговой линией грунтовые воды залегают на глубине 6-8 м. Годовая амплитуда колебания уровня их составляет 1 м.

Н.А.Качинский (1937), рассматривая влияние грунтовых вод на почвообразовательный процесс в условиях равнинны Богаз, приходит к заключению, что в настоящее время грунтовые воды не играют никакой роли в капиллярном снабжении поверхности горизонтов почвы водой и солями. Это заключение он обосновывает, в частности, данными по влажности почв. Из этих данных видно, что влажность почвы в глубоких горизонтах почво-грунта (глубина разрезов 4 м) держится в пределах полуторной максимальной гигроскопичности.

Грунтовые воды Сиазань-Сумгайтского массива минерализованы в различной степени, причем минерализация меняется на направлению с севера на юг. Наименее минерализованные воды – на участке близ Бешбармакского утеса. Сильно минерализованы подземные воды коренных пород. При этом в верхней зоне делювиальных равнин минерализация грунтовых вод колеблется в пределах 1,8-5,6 г/л, а в шлейфе доходит до 6,8-9,2 г/л.

Таким образом, гидрогеологические и гидрохимические характеристики делювиальных равнин Азербайджана свидетельствуют о том, что грунтовые воды здесь в настоящее время залегают довольно глубоко. Как известно, степень воздействия грунтовых вод на почву зависит от глубины залегания. На соленакопление в верхних почвенных горизонтах оказывают воздействие грунтовые воды, достигающие так называемой критической глубины. По данным ряда исследователей (Волобуев, 1946; Философов, 1948; Егоров и Захарьина, 1956; Бибарсова, 1958; Абдуев, 1958; Муратова, 1962), критическим уровнем грунтовых вод для почв Азербайджана является глубина менее 1,75-2,5 м от поверхности земли. Грунтовые воды, следовательно, в районах делювиальных равнин всюду залегают явно глубже критического уровня.

Учитывая, что грунтовые воды в районах распространения почв с делювиальной формой засоления в большей части залегают на уровне, превышающем глубину 10 м (в редких случаях повышающихся до уровня 5-8 м) от поверхности земли с годовой амплитудой колебания в 1 м при наличии капиллярной каймы около 60-100 см, можно вполне определенно сказать, что в условиях делювиальных равнин Азербайджана в современном засолении почв грунтовые воды никакой роли не играют.

Отсутствие или очень глубокое залегание грунтовых вод в зоне распространения почв с делювиальной формой засоления, помимо характера рельефа, обусловливают и климатические условия исследуемого района. Климат здесь субтропического типа, но очень сухой. Среднегодовая температура воздуха, по Э.М.Шихлинскому

(1958). Составляет 14-15°, а среднегодовая сумма осадков 300-350 мм. Осадки в течение года распределяются крайне неравномерно: максимум приходится на весну и осень, минимум – на лето (иногда 0 мм в месяц). Большую часть года наблюдается дефицит атмосферной влаги. Относительная влажность воздуха довольно высокая (среднегодовая – 73%, летом – около 60%, зимой – около 84%). Но даже эти осадки вследствие низкой водопроницаемости почв с делювиальной формой засоления далеко не полностью используются для увлажнения почв, и при выпадении дождей развивается поверхностный сток.

Наши стационарные исследования показали, что промачивание почв делювиальных склонов дождем в редких случаях достигает 60-80 см. Периодическое увлажнение почв подгорных равнин и последующее их значительное просыхание способствуют интенсивному поднятию солей с капиллярным током в поверхностные горизонты. В профиле исследованных почв над прослойями солевых скоплений всегда можно наблюдать горизонт миграции солей.

Для Сиазань-Сумгaitского массива характерны сильные ветры, преимущественно северные. Средняя скорость норда, сравнительно холодного, резкого, сухого и пыльного ветра в этом районе, составляет 6-7 м/сек. Нередки случаи ветров со скоростью до 20-40 м/сек. Продолжительность норда два-три дня, временами больше. При норде характерно резкое падение температуры воздуха в течение короткого периода времени. Этот ветер сильно иссушает почву и губительно действует на растения.

В прибрежной приморской полосе средняя годовая сила ветра колеблется в пределах 8,6-9,4 м/сек. Ветры, вызывают передувание песчаных бугров в приморской полосе, развеивание и отложение песчано-глинистых частиц. Сильные ветры характерны и для других делювиально-пролювиальных наклонных равнин Азербайджана.

Таким образом, климатические условия являются одним из существенных факторов, способствующих сильному соленакоплению в почвах, развитию полупустынной растительности и т.п. Из всего многообразия полупустынной растительности в большинстве исследованных нами районов особенно распространены карганская, карганно-полынная, полынная и эфемеровая группировки. Для делювиальных и делювиально-пролювиальных равнин Мильской степи характерно распространение полынно-мятликовой, полынно-каперсовой и каперсовой растительности. Эфемеры обычно не занимают определенной зоны и распространены среди полынных и солянковых растений.

Полынь – преимущественно *Artemisia Meyeriana* и *Artemisia maritima*, обычно занимают более повышенные элементы местности, однако ее можно встретить отдельными пятнами и в других местах, особенно там, где распространены солонцовые почвы. Полынь характеризуется широким распространением и хорошей развитостью в целом в предгорной зоне. В полынной группировке кроме собственно полыни, обычно встречается много эфемеров, а также различных лишайников.

Среди солянковых растений наиболее распространенными являются шведка мелколистая (*Suaeda microphylla*), карган (*Salsola dendroides*) и вересковидная солянка (*Salsola ericoides*). Эти растения характеризуются хорошим развитием, несокрушимым стоянием, способностью достаточно сильно укореняться и сравнитель-

но быстро отрастать.

Солянковая растительность широко распространена на делювиальных склонах Азербайджана. Местами она дает сплошной и густой покров, однако нередко встречается в смеси с другими растениями, особенно полынью и эфемерами. Эти растения распространены не только на пониженных элементах рельефа, но и на относительно более высоких участках. Они обычно встречаются на засоленных в целом, но опресненных сверху почвах.

Общей характерной особенностью растений делювиальных склонов республики является их приспособленность к засухе и засолению. Это выражается в глубоком проникновении корневых систем, относительно ограниченной листовой поверхности, высоком осмотическом давлении и сильной минерализации клеточного сока. Некоторые виды обладают способностью выделять избыток солей через листья. Более подробно особенности участия растительности характеризуемого массива и процессах миграции солей будут рассмотрены далее, в главе V.

Рассмотрение природных условий характеризуемых массивов показывает, что сложная история формирования ландшафта делювиально-пролювиальных наклонных равнин Азербайджана создала большую пестроту в почвенном покрове. С.И.Тюремнов (1927) и С.А.Захаров (1932), положившие начало систематическому изучению почв Кура-Араксинской низменности, считали зональным для все сероземный тип почвообразования. В последнее время исследования ряда ученых (Алиев, 1948; Волобуев, 1951, 1953; Салаев, Зейналов, Шарифов, 1955 и др.) подтвердили это мнение. Однако А.Н.Розанов (1956) в качестве зонального типа почв Кура-Араксинской низменности называет серо-коричневый. Отмеченное им своеобразие сероземных почв Кура-Араксинской низменности (сравнительно с среднеазиатскими) – относительно повышенное оглинение, коричневый тон и т.д., как указывает В.Р.Волобуев (1953), скорее всего может служить основанием для выделения восточно-закавказской провинции сероземной зоны.

Среди сероземных почв равнинной части Азербайджана широко распространены почвы с несомненными солонцовыми признаками: листовой структурой поверхности горизонта; призмовидностью, уплотненностью и буроватостью – второго. Исследуя историю формирования почв с этими признаками, В.Р.Волобуев (1953) устанавливает, что в прошлом они пережили более или менее продолжительную стадию лугово-солончакового режима, сменившегося впоследствии стадией осушения и рассоления. Солонцовые признаки в морфологии, очевидно, отражают последующую стадию солонцевания. Почвы с этими признаками С.И.Тюремнов (1926) выделил под наименованием солонцеватых сероземов. А.С.Захаров на своей карте 1930 г. в Кура-Араксинской низменности показал сероземы и серо-бурые почвы. Причем серо-бурые почвы он объединял в ряде случаев с бурыми, рассматривал их как дальнейшую эволюцию сероземной почвы. Морфологическая и химическая дифференциация серо-бурых почв, по С.А.Захарову, выражена более полно, чем сероземов.

И.А.Шульга (1938), характеризуя почвы равнины Богаз в Азербайджанской ССР, отмечает, что сколько-нибудь типично выраженных почв типа сероземов здесь нет, как нет и сколько-нибудь типично выраженных бурых почв, хотя в констатированных ими почвах постоянно встречаются отдельные черты и признаки и

тех и других. У одних из этих почв с большей или меньшей определенностью усматриваются признаки, характеризующие их как почвы серо-бурового типа (переходные между бурыми почвами и сероземами) с тенденцией приближения их к бурым почвам: у других – признаки почв того же (серо-бурового) типа, но с тенденцией большего приближения их к типу сероземов. Все признаки обоих этих вариантов, подчеркивает И.А.Шульга, достаточно совпадают с признаками, указываемыми для серо-бурых почв в литературе, особенно если принять во внимание поправку на некоторую молодость почв равнины Богаз. Для серо-бурых почв свойственна известная солонцеватость (морфологически выражаясь в относительной плотности иллювиального горизонта и в степени дифференцированности профиля).

Подобно тому, как наиболее близкие к сероземам почвы Кура-Араксинской низменности названы сероземными, так и эти почвы находящиеся в стадии формирования полупустынных субтропических почв и переживающие солонцовую стадию, обнаруживаемую в специфических морфологических признаках (несколько листовая структура горизонта А, неясно призмовидная – В<sub>1</sub>, некоторое побурение в горизонте В и наличие иллювиально-карбонатного горизонта С), по В.Р.Волобуеву (1953), можно назвать сероземными солонцеватыми (серо-бурые).

Отличительной особенностью отмеченных почвенных образований в условиях делюзиальных равнин Азербайджана является также наличие в них явления осолождения.

Наибольшее внимание исследованию осолождения в почвах Кура-Араксинской низменности уделили В.В.Акимцев (1937), А.С.Преображенский (1935) и В.Р.Волобуев (1953). При характеристике явлений осолождения этих почв, В.В.Акимцев принял во внимание главным образом морфологические признаки, затем распределение по профилю тонкодисперсных механических элементов, гумуса, карбонатов.

За счет осолождения В.Р.Волобуев относит также наблюдаемое в ряде мест Кура-Араксинской низменности осветление верхнего почвенного горизонта, объясняя его разрушением и выщелачиванием органических веществ из верхней части почвенного профиля. По В.Р.Волобуеву (1953), отмечается также явление перемещения по почвенному профилю из верхних горизонтов в глубжележащие тонкодисперсных элементов, в ряде случаев обогащенных илистыми элементами слоя, лежащего на некоторой глубине. Это явление, по мнению В.Р.Волобуева (1953), не противоречит схеме К.К.Гедройца, исключавшего разрушение минеральной части поглощающего комплекса в карбонатных почвах потому, что минеральные тонкодисперсные частицы перемещаются под «защитой» органических коллоидов, более подверженных разрушению при осолождении. Это подтверждается тем, что на поверхности структурных единиц иллювиального горизонта некоторых осоложденных почв отмечается наличие темных пленок, которые скорее всего можно толковать как органоминеральные.

В осоложденных почвах, как указывают В.В.Акимцев (1937) и А.С.Преображенский (1935), в составе поглощенных оснований возрастает относительная доля поглощенного магния.

Основанием для выделения осоложденных почв в ряде зон Кура-Араксинской низменности (сухая лесостепь, буро-каштановая, сероземная) В.В.Акимцеву и

В.Р.Волобуеву послужил также избыток кремнекислоты в щелочных вытяжках (5% KOH), против вычисленной по формуле  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ . При этом, по предположению В.Р.Волобуева (1953), на древних элементах суши осолождение должно было зайти более далеко, до стадия полного удаления поглощенного натрия, как в результате обменных реакций, так и увеличения его с перемещающимися в глубь почвенного профиля тонкодисперсными частицами.

Таким образом, из сказанного становится очевидным, что в большинстве случаев для подгорных, в частности делювиальных равнин Азербайджана характерно распространение серо-бурых и сероземных почв, в разной степени осолонцованных, а иногда и осолоделых. Однако эти почвы не распространены по всей территории делювиальных равнин. Они занимают в основном более древние и повышенные элементы рельефа, т.е. верхнюю и среднюю части делювиальных склонов, где доминирующими ассоциациями растительными являются полынная и карганно-полынно-эфемеровая. В пониженных частях делювиальных склонов, т.е. в шлейфовой зоне их, местные компоненты являются более молодыми.

В некоторых случаях для делювиальных равнин Азербайджана характерно распространение каштановых почв, которые в основном развиты на более высоких и наиболее древних элементах суши.

Для делювиальных равнин, как об этом будет подробно сказано ниже, в периоды развития поверхностного стока характерно затопление обширных пространств, затем более или менее скоро обсыхающих и переживающих стадию осушения. Как длительность, так и степень переувлажнения почвогрунтов этим стоком в значительной мере обусловлены геоморфологическими условиями делювиальных равнин. Делювиальные склоны аккумулятивных и наклонных равнин имеют различный гидрологический режим. Наклонные равнинны подвергаются менее продолжительному и слабее выраженному увлажнению, а аккумулятивные равнинны часто оказываются долгое время затопленными большими массами воды. В силу этого в условиях аккумулятивных равнин, наряду с вертикальным перемещением веществ при поверхностном затоплении, наблюдается и горизонтальный перенос слоевым поверхностным стоком, что способствует формированию здесь главным образом примитивных, а часто такыровидных или отакырованных почв. Эти почвы занимают довольно большие площади в шлейфе делювиальных равнин Азербайджана.

Таким образом, литературные данные и результаты наших собственных исследований свидетельствуют, что для делювиальных равнин Азербайджана характерно наличие серо-бурых и сероземных почв, в разной степени осолонцованных, а иногда и осолоделых с примитивными разновидностями. Для некоторых массивов делювиальных равнин (на наиболее древних элементах суши) отмечено распространение почв каштанового типа.

## ГЛАВА III

### ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ДЕЛЮВИАЛЬНОГО ЗАСОЛЕНИЯ И ИХ ГЕОГРАФИЯ

Почвы с делювиальной формой засоления в Азербайджане в большинстве случаев обладают рядом неблагоприятных свойств, обусловленных особенностями их генезиса. Они выражаются в сильной засоленности, высокой солонцеватости, тяжелом механическом составе, большой плотности, сравнительно малой структурности и порозности, незначительной полезной для растений водоудерживающей способности и относительно низкой водопроницаемости. В пределах делювиальных склонов и отдельных массивов подгорных равнин наблюдается довольно значительное и закономерное варьирование этих признаков, что дает нам возможность указать специфические особенности комплекса признаков почв четко выраженных местных зон: верхней (солесборная зона), средней (зона транзита солей), шлейфовой (зона аккумуляции солей).<sup>3</sup>

#### 1. Основные генетические особенности почв

В условиях делювиальных равнин Азербайджана на некоторых участках распространены каштановые почвы. Эти почвы занимают Южную и Ленкоранскую Мугань и Кировабад-Казахский массив. Каштановые почвы Ленкоранской Мугани изучены А.С.Преображенским (1935) (табл. 1, 2). Характер распределения поглощенного натрия по почвенному профилю, большая доля поглощенного магния, которым особенно богат иллювиальный горизонт, данные 5% КОН вытяжки позволили допустить в этих почвах наличие процессов осоложения; часто наблюдается также глыбистость пахотного горизонта. Поглощенный натрий содержится в количестве всего 2-3%, в редких случаях – 7-8% от суммы. Содержание поглощенного магния очень высокое. Возможно, именно этим обстоятельством объясняются плохие физические свойства некоторых разностей каштановых почв южной Мугани (уплотнение, большая набухаемость, заиление и коркообразование).

Каштановые почвы Кировабад-Казахского массива охарактеризованы В.В.Акимцевым (1928), А.С.Преображенским (1934), М.Э.Салаевым (1953) и др. Эти почвы отличаются от почв южной Мугани некоторыми особенностями: здесь широко раз-

<sup>3</sup> В дальнейшем для удобства эти зоны будем называть верхней, средней и шлейфовой.

Таблица 1

**Состав обменных оснований в каштановых почвах Ленкоранской и Южной Мугани (А.С.Преображенский, 1935-1937)**

№ разреза	Глубина, см	Ca	Mg	Na	Емкость по-глощения по сумме, мэкв	Ca	Mg	Ca
						Мэкв на 100 г абс. сухой почвы		% от емкости
235	0-8	25,4	9,5	0,7	35,6	71,3	26,7	2,0
	10-18	25,8	18,5	0,6	30,9	64,6	33,9	1,5
	22-30	24,0	10,0	0,9	34,9	68,8	28,6	2,6
40	0-10	40,9	18,3	1,4	60,6	67,5	30,4	2,3
	20-30	37,7	28,8	5,2	71,7	52,5	40,2	7,3
50	0-10	37,1	11,7	4,2	53,0	70,0	22,0	8,0
	20-30	36,5	18,4	4,7	53,6	61,2	30,8	8,0
204	0-8	27,8	5,1	1,4	34,3	81,0	14,9	4,1
	12-21	26,9	6,5	0,6	34,0	79,2	19,1	1,7
	22-30	23,0	8,8	1,4	33,2	69,3	26,0	4,2
	42-50	21,4	13,7	2,3	37,4	57,2	36,6	6,2
	62-70	18,9	13,5	3,4	35,4	52,3	38,1	9,6
	100-108	12,9	16,1	4,5	33,5	38,6	48,0	13,4

Таблица 2

**Данные анализа 5% KOH вытяжки из каштановых почв Ленкоранской Мугани (А.С.Преображенский, 1935)**

№ разреза	Глубина, см	Содержание на 100 г почвы			
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2SiO <sub>2</sub> ·Al <sub>2</sub> O	Избыток SiO <sub>2</sub>
235	0-8	3,49	1,52	3,53	3,58
	10-18	3,85	1,28	2,79	5,34
	22-30	3,60	1,63	3,65	1,91
302	0-8	3,41	0,45	1,00	2,87
	12-20	3,16	0,91	1,98	2,53
	30-40	3,13	0,83	1,80	2,30
	50-60	2,71	0,97	2,11	1,57
	100-110	2,09	1,04	2,26	0,87
293	0-12	3,83	0,55	1,20	3,18
	16-23	3,44	0,94	2,04	2,34
	46-53	2,01	0,77	1,29	0,99
	55-70	2,13	0,58	0,82	1,69
414	0-10	4,73	1,90	4,13	2,50
	25-35	4,01	1,24	2,70	2,55
	55-65	3,11	1,99	4,35	0,75

вито орошение. Влияние древнего орошения, но указанию В.В.Акимцева и М.Э.Салаева, сказалось в глубоком изменении первоначального облика каштановых почв, которые в настоящее время представлены рядом разностей культурно-поливных почв. Для этих каштановых почв характерна слитость. Залегание этих почв на кар-

бонатном делювии оказывается и на характере почвенного профиля; поэтому в большинстве своем каштановые почвы Кировабад-Казахского массива вскипают с поверхности. Эти почвы, по данным М.Э.Салаева (1953), в верхнем слое характеризуются содержанием гумуса в пределах 3-4%, причем в некоторых случаях отмечается общая растянутость почвенного профиля за счет передвижения гумуса вниз. Содержание карбонатов, довольно высокое с поверхности, постепенно увеличивается с глубиной. Как и в каштановых почвах южной Мугани, здесь содержание поглощенного натрия невысокое (в пределах 1-5% от суммы поглощенных оснований).

Серо-бурые почвы в районах делювиальных равнин Азербайджана распространены на Апшеронском полуострове, в Сиазань-Сумгайтском массиве, на значительной территории к югу от Апшеронского полуострова, в Алятской прикаспийской низменности, на водоразделе Кура-Пирсагатчай, на юго-западных склонах хребтов Ленгебиз и Харами и на делювиальных склонах Боздагской подгорной равнины.

С поверхности эти почвы довольно хорошо (для местных условий) задернены весенне-осенними группировками эфемеров и не густо полынью и рассеянными солянками. На голых пятнах, местами испещряющих поверхность, нередко встречаются лишайники.

Морфологически серо-бурые почвы характеризуются большей или меньшей дифференцированностью почвенного профиля. В них сверху намечается пористая палево-серая корка, под которой лежит гумусовый слой слоеватой, призмовидной структуры, свидетельствующий о наличии солонцеватости. Обычен во всех случаях иллювиально-карбонатный горизонт с белоглазкой. Ниже карбонатного горизонта залегает слой, обогащенный сульфатами, чаще всего в виде жилок кристаллического гипса. Для этих почв характерно сильное вскипание от кислоты, начиная с поверхности. Это обстоятельство говорит об их молодости.

Вместе с такими общими чертами для серо-бурых почв характерны и различия в зависимости от условий развития. Так, отличительная особенность серо-бурых почв Сиазань-Сумгайтского массива заключается в их сильной солонцеватости, относительно высокой гумусированности (табл. 3, pp. 263, 268, 262, 260), резко выраженному гипсовому горизонте, ясной дифференциации на генетические горизонты. Карбонаты и кристаллы гипса залегают в глубоких слоях первого метра и количество их книзу резко увеличивается. Наиболее характерная черта этих почв – наличие уплотненного глянцевитого горизонта В на глубине 40-50 см.

Плотное сложение горизонта В обусловлено высокой солонцеватостью этих почв. Здесь, как видно, происходит перемещение иллюсных частиц. В поверхностном слое содержание физической глины составляет 57%, тогда как в нижележащем слое оно увеличивается до 63%. В этом горизонте также велико значение илистой фракции (31%). Такое изменение содержания механических фракций по профилю является одной из причин, обуславливающих возникновение уплотненного горизонта В и его сильной солонцеватости.

Поглощенный натрий в солонцеватых горизонтах этих почв в большинстве случаев составляет 30-50% при емкости поглощения (по сумме) 17-24 мэкв (см. табл. 3, pp. 260, 262). Серо-бурые почвы Сиазань-Сумгайтского массива характеризуются также глубинными засолением при наличии высокой щелочности, порядка 0,08-0,13%, в приповерхностных слоях почвы.

Таблица 3  
Общая характеристика почв дельювиальных равнин Азербайджана<sup>1</sup>

Массив и № разрезов	Название почв	Глубина, см	% на абс. сухую почву						Поглощенные катионы <sup>2</sup>			
			Гигроскопич. влаги			Гумус	CaSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Сумма, мэкв	% от суммы	
			Гумус	CaSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>						Ca	Mg
Сиазань— Сумгант 263	Серо-бурые в разной степени осолончива- емые	0—14	не опр.	2,08	нет	1,9	4,3	17,22	52,31	24,33	13,36	
		14—28	•	1,85	•	2,3	5,2	19,53	62,67	20,99	16,34	
		28—51	•	0,96	•	2,7	6,1	17,41	52,78	24,24	22,98	
		51—73	•	0,48	•	3,5	8,0	9,11	26,78	30,41	42,81	
268	•	0—21	•	3,24	•	1,9	4,3	16,44	56,63	22,69	20,68	
		21—50	•	2,78	•	1,7	3,9	15,95	45,11	26,50	27,39	
		50—78	•	1,24	0,86	1,8	4,1	15,78	17,51	34,90	47,59	
262	•	0—10	4,21	2,48	нет	2,5	5,6	20,41	61,19	19,21	19,60	
		10—21	4,00	1,19	•	2,6	5,9	17,90	48,72	19,16	32,12	
		21—45	3,56	0,95	0,23	2,5	5,7	18,17	31,26	17,01	51,73	
		45—69	5,47	0,82	0,51	2,4	5,5	29,80	36,22	18,22	44,96	
		69—94	4,44	0,60	2,12	2,4	5,5	22,29	61,06	14,71	24,23	
260	•	0—5	5,00	2,50	нет	2,5	5,7	26,00	65,73	18,50	15,77	
		5—24	4,96	2,02	•	2,6	5,9	24,46	37,24	22,28	40,48	
		24—41	5,00	1,50	0,14	2,7	6,1	23,41	53,87	21,36	24,77	
		41—59	4,40	0,88	1,47	3,0	6,8	22,25	57,71	20,72	21,57	
		59—85	4,87	0,65	2,87	2,6	5,9	22,06	66,77	20,08	13,15	
		85—100	5,00	2,50	нет	2,5	5,7	26,00	65,73	18,50	15,77	
Кюровдаг 230	•	0—10	не опр.	2,25	0,06	1,5	3,4	19,83	80,48	10,44	9,08	
		10—32	•	1,26	0,09	1,6	3,6	17,26	72,30	20,74	6,96	
		32—61	•	0,81	0,09	1,5	3,4	19,68	74,28	17,46	8,26	
		61—97	•	0,63	0,06	1,6	3,6	15,13	61,14	27,62	11,24	
		97—100	•	0,63	0,07	1,6	3,6	26,54	54,61	28,65	15,00	
231	•	0—10	4,97	2,05	0,15	2,0	4,5	17,38	48,81	25,52	10,90	
		10—25	5,96	1,86	0,12	1,7	3,9	18,90	36,09	30,26	19,00	
		25—50	6,02	1,32	0,15	1,6	3,9	21,64	35,09	22,97	33,73	
		50—75	6,63	0,85	0,10	1,5	3,4	24,19	74,93	14,27	9,50	
		75—100	6,13	0,63	0,97	1,6	3,6	26,54	54,61	28,65	15,00	
Сиазань— Сумгант 257	Серо-бурые прimitив- ные такы- ровидные	0—11	6,25	1,29	0,17	2,2	5,5	28,35	36,61	22,12	41,27	
		11—32	7,53	0,77	1,66	2,3	5,2	29,19	73,22	18,22	8,56	
		32—50	7,47	0,71	1,88	2,3	5,2	28,80	65,63	23,26	11,11	
		50—69	6,21	0,56	1,79	2,8	6,4	24,04	36,57	27,25	36,18	
		69—90	6,71	0,45	1,42	2,3	5,2	29,02	39,77	25,80	34,43	
Бабазанан 237	Сероземы солончако- то-осоло- дые (серо- земно- бурые)	0—12	не опр.	1,26	0,06	0,9	2,0	24,92	62,70	23,69	13,71	
		12—28	•	1,14	0,09	2,2	5,0	21,67	59,81	24,87	15,32	
		28—48	•	0,81	0,15	2,7	6,1	22,65	61,82	25,44	12,74	
		48—68	•	0,41	0,44	1,7	3,9	20,09	49,52	24,14	26,34	
Сиазань— Сумгант 259	Сероземы прimitив- ные	0—3	5,90	1,00	0,26	2,5	5,7	25,87	36,64	25,08	33,28	
		6—24	6,31	0,97	0,36	2,4	5,4	25,69	29,28	30,28	40,49	
		24—40	6,92	0,69	1,60	2,3	5,2	23,33	33,73	39,69	26,58	
		40—56	6,90	0,45	2,35	2,3	5,2	23,10	39,22	35,67	26,11	
		56—73	6,72	0,37	1,06	2,4	5,4	16,88	28,62	52,42	18,96	
		73—93	6,83	0,10	3,37	2,2	5,0	24,09	36,33	23,70	9,97	

<sup>1</sup> Аналитики Н. И. Петкова и С. И. Ахундова.

<sup>2</sup> Поглощенные Ca и Mg определялись по методу Д. М. Иванова, а Na — по методу К. К. Гедройца.

На Апшеронском полуострове серо-бурые почвы, сформировались на ракушечниковых известняках, на плотных песчаниках морского происхождения и на третичных глинах. Те же почвы, выделенные к северу и югу от Апшеронского полуострова, образуются на делювиальных суглинках.

Серо-бурые почвы, залегающие в зоне предгорий между долинами рек Гирдыманчай и Пирсагатчай, подробно изучены Г.А.Алиевым и В.А.Клопотовским (1948) и названы ими бурыми солонцеватыми. Эти почвы различаются по морфологическим признакам и степени солонцеватости. При этом типичные серо-бурые почвы залегают на наклонном древнем дислоцированном Куро-Присагатском водоразделе. На восток от железнодорожной станции Аджикабул, на древних морских террасах эти почвы имеют бурую окраску и пористое сложение. Мощность невелика. Ниже первого полуметра появляются выделения белоглазки. Почвы при действии соляной кислоты местами в верхнем горизонте не вскипают.

Серо-бурые почвы делювиальных склонов Хараминского массива во многом похожи на только что охарактеризованные почвы. Материнской породой для серо-бурых почв данного массива является тонкопористый иловатый песок. Несмотря на относительно легкий механический состав грунта, легкорастворимые соли, особенно хлориды, еще не вымыты. Глубже второго полуметра плотный остаток доходит до 1%. В первом полуметре в составе солей доминируют хлорид и сульфат натрия.

Серо-бурые почвы делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани отличаются некоторыми особенностями. Здесь по склону делювиальных равнин обнаруживается ясная дифференциация почвенного покрова. Так, почвы верхней зоны делювиальных склонов характеризуются белесоватой окраской, рыхлым сложением, суглинистым механическим составом и листовато-порошистой структурной горизонта А. В горизонте В увеличивается глинистость и плотность почв, структура приобретает комковато-глыбистую форму, а окраска становится темной. Горизонт С характеризуется рыхлым сложением и накоплением сульфатов. Аналитические данные показывают (табл. 3, р.230), что верхние горизонты этих почв характеризуются содержанием гумуса в пределах 1-2% (иногда до 3,2%), в нижних горизонтах оно резко падает.

Почвы карбонатны. Карбонаты распределены равномерно. Содержание гипса незначительно. В верхних горизонтах оно не достигает даже 0,1%. Небольшое количество гипса (0,44-0,86%) содержится в нижних горизонтах. Засоленность почв высокая (в глубоколежащих горизонтах почв плотный остаток превышает 1,2%).

Почвы отличаются высокой солонцеватостью. Интересно отметить, что количество поглощенного Na особенно велико не в тех горизонтах, где солонцеватость выражена морфологически, а ниже. Это, видимо, связано с преобладанием здесь натриевых солей. Содержание поглощенного натрия в некоторых случаях достигает 40% и больше от суммы поглощенных катионов. Содержание поглощенного Mg в этих почвах также высокое, что в некоторой степени способствует увеличению солонцеватости.

Почти полное отсутствие гипса и заметная гумусность верхних горизонтов почв, а также высокое содержание поглощенного Na в более глубоких горизонтах почв верхней части делювиальных склонов говорят либо о глубокой остеиненности почв, либо о начальной стадии осолонцевания.

В средней зоне делювиальных склонов залегают почвы иного характера. Здесь в основном представлены сероземно-бурые солонцы. Мощность горизонта А этих почв незначительна. Наблюдаются ясные формы призматической структуры, распадающиеся на пластинчатые отдельности. Горизонт В характеризуется высокой уплотненностью и ясной столбовидной структурой. Мощность столбовидного горизонта превышает 15-20 см. Горизонт С характеризуется рыхлым сложением, неясно выраженной структурой, скоплениями сульфатов. Водопроницаемость почв очень низкая (0,001-0,004 мм/сек).

Содержание гумуса в верхних горизонтах почв составляет 2% (табл. 3, р. 231). Книзу оно резко уменьшается. Гипса в верхних горизонтах почвенного профиля немного, в слое 50-100 см его содержание доходит до 3%.  $\text{CaCO}_3$  содержится в большом количестве (в пределах 3,5-4,5%). Содержание гигроскопической влаги высокое – до 6%.

Почвы с небольшой глубины засолены. Плотный остаток в более засоленных горизонтах составляет 2-3%. Емкость поглощения (по сумме поглощенных катионов) составляет 17-18 мэкв, в отдельных горизонтах доходит до 24-26. Содержание поглощенного натрия почти во всех горизонтах высокое. Максимум накопления его (более 30% от суммы) в общем, приурочен к солонцовому столбовидному горизонту. В некоторых случаях высокое содержание поглощенного натрия обнаруживается и ниже столбовидного горизонта, что свидетельствует о солонцовом процессе или же о начальной стадии оstepнения.

В районах распространения серо-бурых почв встречаются разности почв примитивного облика. Приурочены они к шлейфам делювиальных равнин Сиазань-Сумгaitского массива. Юго-Восточной Ширвани, плоским понижениями между склонами хребта Хирами и к террасовым останцам. Для этих почв характерны лишенная растительности поверхность (или с единичными солянками), растрескивающаяся на мелкие многогранники неправильной формы (см. рис. 6а), отсутствие в почвенном профиле сформированных горизонтов, некоторое перемещение вниз по профилю карбонатов, плотность и слитость сложения. Формируются эти почвы в условиях шлейфового накопления продуктов делювиального сноса, а также овражных потоков.

Большинство исследователей в прошлом относили эти почвы к солончакам. Однако Н.А.Димо (1935) характеризовал их как примитивные такыровидные почвы (солончаковые и такыры). Под таким же названием эти почвы в дальнейшем были охарактеризованы в работах В.Р.Волобуева (1953), Г.А.Алиева (1953).

Примитивные такыровидные почвы содержат малое количество гумуса (порядка 1% в верхнем горизонте). Изменение его по профилю почв постепенное. Под влиянием систематического заиления свежими наносами, содержащими легкорастворимые соли, в этих примитивных почвах развивается сильное засоление. Поэтому эти почвы в большинстве случаев отличаются солончаковым засолением. В составе солей преобладают сульфаты и хлориды. Относительно малое засоление этих почв в поверхностном слое, указывает на выщелачивание солей, что способствует их осолонцеванию. Последнее усиливалось также под влиянием поверхностного стока щелочных вод. Содержание поглощенного натрия в примитивных такыровидных почвах высокое, особенно в поверхностном слое. В них много и поглощенного

магния (табл. 3, р.257). Эти почвы также отличаются тяжелым механическим составом по всему профилю. Содержание физической глины в профиле этих почв колеблется в пределах 72-95%, что отражает систематическую аккумуляцию тонко-дисперсных фракций, приносимых поверхностным стоком.

Сероземы солонцевато-осоледелые (сероземно-бурые почвы) являются одними из характерных почв делювиальных равнин Азербайджана. Под названием сероземы остаточно-солонцеватые, полно выраженные (сероземно-бурые) они описаны в Азербайджане В.Р.Волобуевым (1953). На почвенной карте Азербайджанской ССР (1957) они именуются сероземами солонцевато-осоледелыми (сероземно-бурые). Характеризуемые почвы развиты на древних элементах суши. Наиболее полно выраженные разности этих почв, по В.Р.Волобуеву, встречаются на останцах древней каспийской террасы в Восточной Ширвани и на Южной Мугани, а также на пологом делювиальном склоне хребта Бабазанан. Профиль этих почв расчленяется на горизонты, ясно обособленные морфологически и хорошо выраженные и по другим свойствам.

В профиле четко выделяются: осветленный (осоледелый) слоеватый горизонт  $A_1$ , бурый, призмовидный –  $B_1$ , иллювиально-карбонатный  $B_2$  и горизонт С – порода, мало затронутая почвообразованием, обычно аллювий и делювий (Волобуев, 1953). Содержание гумуса в поверхностном слое этих почв высокое (1,2%), ниже оно существенно уменьшается. Карбонаты в значительной степени вымыты из верхнего горизонта. Максимальное накопление их приурочено к среднему слою почв (см. табл. 3). По данным В.Р.Волобуева (1953), в верхнем горизонте ясно выражено накопление кремнезема (почти на 5% больше, чем в подпочве). Свидетельствует об осоледении и уменьшение  $Fe_2O_3$ , его на 2% меньше, чем в более глубоких слоях.

Почвы в поверхностных слоях не засолены. Степень засоления увеличивается в нижележащих горизонтах, доходя до 2-3%. Верхний горизонт почв обеднен илистыми частицами и обогащен пылеватыми, и наоборот, горизонт В обогащен илистыми частицами. Таким образом, все приведенные данные указывают на явное осоледение этих почв.

Заканчивая характеристику серо-бурых почв делювиальных равнин Азербайджана, можно отметить, что эти почвы по многим чертам довольно близки с серо-бурыми почвами, описанными Е.В.Лобовой (1965). Отличительная особенность наших серо-бурых почв заключается в том, что в них в некоторых случаях наблюдается обеднение верхних горизонтов карбонатами кальция.

Сероземы и сероземные почвы в условиях делювиальных равнин Азербайджана распространены в подгорной зоне Мильской степи и на шлейфе делювиальных склонов других массивов. Эти почвы охарактеризованы С.А.Захаровым, С.И.Тюремновым, Л.Л.Ножиным, В.Р.Волобуевым, Г.А.Алиевым и др.

Названные почвы, по В.Р.Волобуеву, характеризуются следующими чертами. Окраска у них светлая, гумусовое окрашивание проникает неглубоко. Карбонатность высокая с поверхности, изменчивая по профилю, нарушается различием механического состава отдельных горизонтов. Гумуса содержится немного: 1,5-2,5% вверху, 0,8-0,6% - в горизонте В. Со стороны физических свойств следует отметить небольшую плотность незасоленных почв и значительную плотность засоленных. Имеются случаи сильной изрытости землероями (камеры, ходы, червороины и т.п.). Но вместе с тем, как отмечает В.Р.Волобуев, почвы, обладающие чертами, позво-

ляющими рассматривать их как весьма близко отвечающие представлению о сероземах, встречаются в общем на ограниченной площади. При этом наиболее развитыми представителями сероземов в Кура-Араксинской низменности оказываются почвы сероземной зоны Мильской степи. Это можно было бы объяснить, как указывает В.Р.Волобуев (1953), более древним возрастом почвообразующих пород высокой зоны Мильской степи и их известковой фазой выветривания.

Почвы верхней части Мильской степи, по С.А.Захарову (1912), имеют пластинчато-порошистую структуру в верхних (горизонт А) и тренциновато-столбчатовидную, несколько уплотненную в нижележащих горизонтах (горизонт В и В<sub>2</sub>). Еще ниже залегает иллювиально-карбонатный горизонт с белоглазкой или лжегрибницей углесолей извести. Карбонаты обнаруживают некоторое выщелачивание из верхних горизонтов, не понижаясь в них, однако, ниже предела 5-7%; в иллювиально-карбонатном горизонте содержание карбонатов достигает 15-17% и несколько падает с глубиной.

В зоне сероземов Мильской степи сильно проявлена деятельность всевозможных землероев- позвоночных и беспозвоночных. Эти почвы источены холами, камерами и т.д. В этом отношении характеризуемая часть степи хорошо изучена Л.Л.Ножиным (1929). Им выявлена роль землероев в перемещении солевых масс из более глубоких слоев в поверхностные.

В зоне шлейфов подгорных наклонных равнин преобладают почвы с менее выраженными генетическими признаками сероземов. Внешние признаки, свойственные почвам шлейфов подгорных равнин, в основном определяются местными условиями почвообразования: характером почвообразующих пород, перераспределением атмосферных осадков по элементам микрорельефа и др. Они нередко несут также более или менее явные признаки солонцеватости. Последнее обстоятельство дало основание ряду исследователей (Захаров, Тюремнов, Ножин и др.) увидеть в этих почвах черты бурых почв, что и было отражено ими в названии серо-бурые.

Сероземы шлейфов подгорных равнин обладают некоторыми отличительными чертами. Они преимущественно малогумусные. Карбонаты в них по профилю распределены равномерно (см. табл. 3, р.259). В структуре верхних горизонтов целинных почв имеются некоторые солонцеватые черты в виде слабой слоеватости и призмовидности и очень слабого уплотнения горизонта В.

Широкое распространение среди этих почв солонцеватых и отакыренных разностей позволяет расчленить их по этим признакам.

Наглядное представление о дифференциации основных показателей почв по двум из исследованных массивов (Сиазань-Сумгaitский и Кюровдагский) дают приводимые графики профильного изменения содержания гумуса, карбоната кальция, гипса, поглощенного натрия и рН.

Из рис. 2 и 3 усматривается, что распределение гумуса подчинено четко выраженной закономерности, заключающейся в постепенном уменьшении его содержания по глубине почвенного профиля и по направлению к шлейфовой зоне. При этом в Сиазань-Сумгaitском массиве выявляются две зоны максимального накопления гумуса в поверхностном слое почв: верхняя и средняя зоны делювиальных склонов. Это, очевидно, связано со сравнительно лучшей покрытостью растительностью, особенно злаковыми группировками, дающими полный опад к концу вегетации. Шлейфовая зона

обоих массивов отличается наименьшим содержанием гумуса в почве, что объясняется развитием здесь преимущественно солянковой растительности.

Почвы с делювиальной формой засоления являются карбонатными. Характерной особенностью в распределении гипса является нарастание его содержания в профиле почвы к слою солевого максимума и по уклону местности по направлению к шлейфовой зоне делювиальных склонов (см. рис. 2, 3).

Характер изменения pH почв по отдельным массивам отличается своеобразием. На Кюровдагском массиве почвы с высокими значениями pH (9 и больше) приурочены к верхней зоне делювиальных склонов. Наибольшей величиной pH характеризуется средняя часть почвенного профиля. Почвы Сиазань-Сумгайтского массива в верхней и шлейфовой зонах имеют повышенные значения pH в глубинных горизонтах.

## 2. Солонцеватость почв

Как уже говорилось выше, морфологические признаки солонцовых почв делювиального происхождения по мере движения от верхней зоны делювиальных склонов к их шлейфам сильно изменяются.

Поглощенный натрий в большом количестве присутствует во всех почвах делювиальных склонов подгорных равнин Азербайджана. При этом наименьшее его содержание характерно для глубинных горизонтов почв. В верхнем метровом слое исследованных почв выявляется заметно выраженная закономерность, заключающаяся в последовательном увеличении содержания поглощенного натрия по направлению к шлейфовой части делювиальных склонов. Но несмотря на такую общую закономерность, для каждого массива исследования присуща и определенная особенность. Так, для почв Сиазань-Сумгайтского массива, помимо того, что максимальное значение поглощенного натрия порядка более 30% от суммы поглощенных оснований характерно для верхнего слоя почв шлейфовой зоны делювиальных склонов, оно сохраняется и в средней части профиля остальных частей склонов данного массива (см. рис.3). На Кюровдагском же массиве наблюдаются только две зоны максимального содержания поглощенного натрия – средние части шлейфовой и верхней зон делювиальных склонов, где величина его превышает не только 30, но и 40% от суммы поглощенных оснований (см. рис.2).

Из сказанного видно, что сильная солонцеватость является одним из специфических признаков почв с делювиальной формой засоления. Развитие солонцеватости в условиях делювиальных равнин обусловлено прежде всего значительной минерализованностью вод делювиального стока. Омывное действие делювиальных потоков, в солевом составе которых преобладает натрий, ведет к его внедрению в поглощающий комплекс почв.

Другим существенным фактором обогащения почв делювиальных равнин Азербайджана поглощенным натрием является биологическое накопление солей. Биологическим источником натрия, как это видно, из схемы малого круговорота солей, могут служить непосредственно соединения натрия, возникающие при разложении растительной массы полыней и солянок. О значительном их количестве говорят водные вытяжки из этих растений (см. далее табл. 22-24).

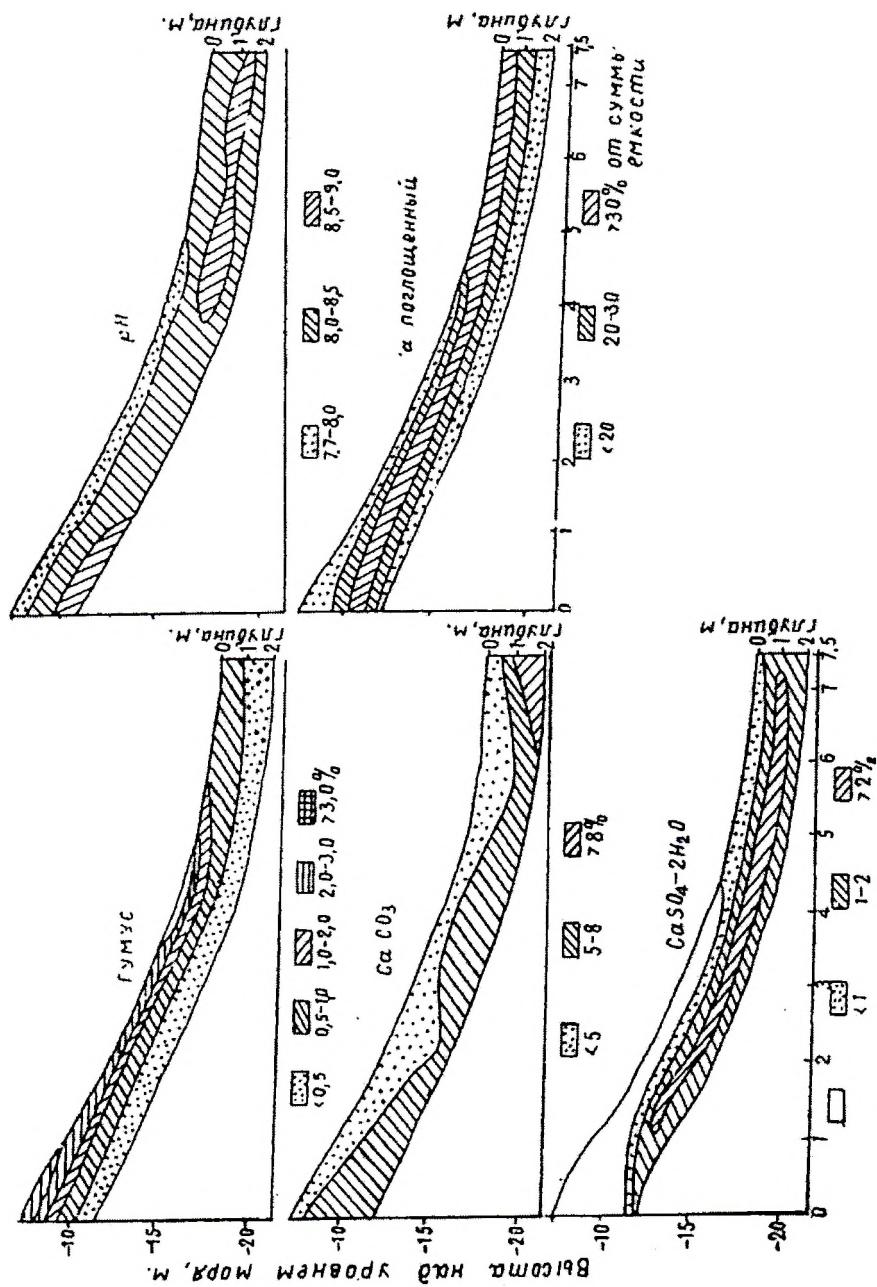


Рис. 2. Изменение химических показателей почв делювиальных склонов в условиях Сизань-Сумгайтского масива.

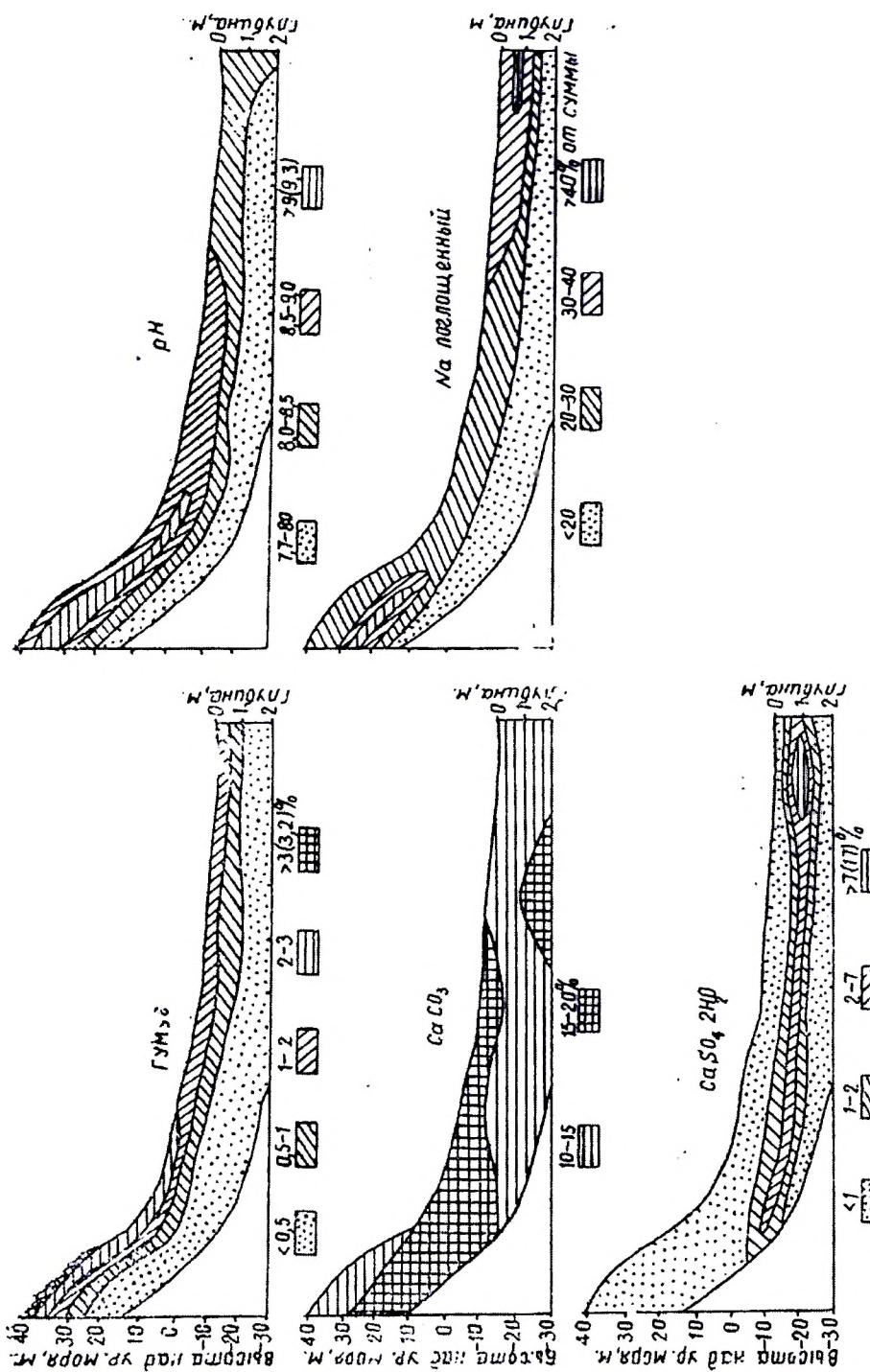


Рис. 3. Изменение химических показателей почв делювимальных склонов в условиях Курководского массива.

Полынь и солянки играют большую роль и при перекачивании легкорастворимых солей нижних горизонтов в верхние. Эти соли выщелачиваются под воздействием атмосферных осадков и способствуют повышению содержания поглощенного натрия.

Возникновение солонцового процесса в почвах с делювиальной формой засоления на части территории (шлейфы делювиальных равнин), объясняется также и тем, что в прошлом, при более высоком уровне Каспия, а вместе с этим и грунтовых вод, почвы переживали процесс солончакового засоления. Опускание же уровня Каспия и грунтовых вод обусловлено перемещение солей из верхних горизонтов почв в более глубокие слои, что способствовало возникновению солонцового процесса.

Повсеместная солонцеватость почв многих подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления свидетельствовала о необходимости химической мелиорации при освоении этих земель.

## 2. Физические свойства почв

Почвы с делювиальной формой засоления обладают плохими физическими свойствами.

Прежде всего следует остановиться на их весьма тяжелом механическом составе. Из приведенных нами графиков (рис. 4) видно, что при тяжелом механическом составе намечается явная закономерность в изменении содержания отдельных фракций почв по уклону местности. В схеме механической состав почв становится более тонким по направлению к шлейфу делювиальных равнин. Так, в верхней зоне делювиальных склонов Кюровдагского массива почвы легко- и среднесуглинистые. Содержание физической глины в них составляет в среднем 40-50%. В средней зоне механический состав утяжеляется и почвы становятся тяжелосуглинистыми и легкоглинистыми. Содержание физической глины составляет 50-70%. Почвы шлейфовой зоны склонов характеризуются

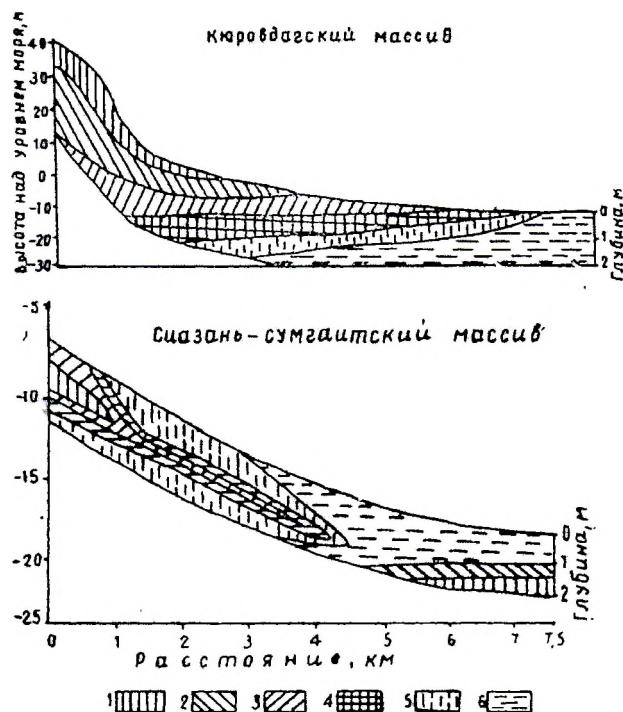


Рис. 4. Изменение механического состава почв по профилю делювиальных склонов Кюровдагского и Сиазан-Сумгайтского массивов.

1 – легкие суглинки, 2 – средние суглинки, 3 – тяжелые суглинки, 4 – легкие глины, 5 – средние глины, 6 – тяжелые глины.

го массива повсеместно характеризуются тяжело-глинистым механическим составом. Как правило, содержание физической глины здесь и по отдельным горизонтам и по профилю превышает 80%.

Таким же образом изменяется механический состав почв и на делювиальных склонах Сиазань-Сумгайтского массива. Однако здесь в верхней зоне делювиальных склонов содержание физической глины в общем несколько меньше. Кроме того, почвенный профиль осложнен прослойками разного механического состава – от легкого суглинка до легкой глины. Подобное явление обнаруживается и в шлейфовой зоне, где глубинные слои имеют легко- и среднесуглинистый механический состав, что, видимо, обусловлено сочетанием делювиальных наносов с морскими отложениями. Для почв Сиазань-Сумгайтского массива характерно также и то, что в отдельных частях массива с глубины 1,3-1,7 м обнаруживаются прослойки песка и гравия, являющиеся естественным дренажем.

Н.А.Качинский с сотрудниками (1937), работавший на равнине Богаз, являющейся частью Сиазань-Сумгайтского массива, также отмечает, что механический состав почв равнинны утяжеляется от легкого суглинка через средний и тяжелый суглинок до глины по мере движения от гор на восток к морю. В этом направлении снижается их щебнистость.

Для почв делювиальных равнин Азербайджана характерно увеличение содержания илистой фракции и снижение степени оструктуренности по направлению к шлейфовой зоне массивов. Снижение степени оструктуренности становится очевидным при рассмотрении значения фактора дисперсности почв.

Для количественной характеристики оструктуренности и способности почвы к образованию водопрочных агрегатов в настоящее время предложен ряд показателей, в основу которых положены соотношения фракции определенной величины по данным механического и микроагрегатного анализов. В настоящей работе для оценки агрегатности почвы принят фактор дисперсности (К) по Н.А.Качинскому (1943), под которым подразумевается процентное отношение выхода ила при микроагрегатном анализе (а) к илу, полученному при механическом анализе (б):

$$K = \frac{a \cdot 100}{b}$$

Выявлено, что почвы подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления имеют высокие величины фактора дисперсности. Для почв Кюровдагского массива его значения особенно высоки: в верхнем 50-60-сантиметровом слое – около 60-90% (иногда 100%), что свидетельствует о непрочности микроагрегатов. Горизонты, лежащие ниже отмеченного слоя, в связи с нарастающим засолением имеют относительно низкий фактор дисперсности. Повышенная дисперсность отмечена Н.А.Качинским с сотрудниками (1937) для верхних горизонтов почв равнинны Богаз. Авторы объясняют ее наличием натрия в почвенном растворе.

Таким образом, рассмотрение данных механического и микроагрегатного состава почв позволяет выяснить одну из наиболее специфических особенностей почв с делювиальной формой засоления – преобладание тяжелого механического состава с увеличением плотности в направлении к шлейфовой зоне делювиальных склонов и уменьшение в этом же направлении степени оструктуренности почвы.

Из физических констант для почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления характерны значения их объемного веса. Относительно низкие величины последнего (в пределах 1,2-1,3) во всех исследованных почвах наблюдаются в основном в поверхностных горизонтах.

Для шлейфовой части склонов Кюровдагского массива объемный вес верхних слоев почв оказывается весьма высоким и варьирует в пределах 1,5-1,6. В более высоко расположенной части массива он уменьшается до 1,2-1,4. Особенно большой объемный вес (более 1,6) установлен для почв с сильно выраженным иллювиальным горизонтом, для которых характерно наличие столбчатой структуры.

Почвы делювиальных склонов Мильской степи отличаются более низкими значениями объемного веса, хотя последовательное увеличение его по направлению к шлейфовой зоне массива отмечается и здесь (от 1,3 до 1,5).

Удельный вес твердой фазы для большей части почв колеблется в пределах 2,60-2,85. Но в некоторых поверхностных горизонтах он равен лишь 2,52-2,55. В общем, с глубиной отмечается тенденция увеличения удельного веса твердой фазы. Сравнительно высокими показателями удельного веса обладают почвы шлейфовой части исследованных массивов (табл. 4), где они являются малоразвитыми, следовательно малогумифицированными. Близкие данные получены также Н.А.Качинским с сотрудниками (1937) для почв равнины Богаз (юго-восточная часть Сиазань-Сумгайтского массива).

Почвы подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления, несмотря на их тяжелый механический состав, обладают весьма низкой порозностью, порядка 40-50%, редко поднимающейся до 50-60% (см. табл. 4). Наибольшая общая порозность в пределах первого метра отмечена в верхней зоне делювиальных склонов. Здесь порозность приповерхностных горизонтов достигает 55-60% и сохраняется относительно высокой в пределах первого полуметра.

Низкая порозность – 40-50% - в пределах верхнего метра обнаруживается в почвах шлейфовой зоны склонов.

Характерно, что в более глубоких слоях некоторых почв величина общей порозности, по сравнению с верхними горизонтами, заметно увеличивается, что, по-видимому, связано с высокой солонцеватостью верхних горизонтов и некоторой коагулированностью (в связи с высокой карбонатностью) нижних слоев.

Максимальная гигроскопическая влага в преобладающем числе случаев варьирует в пределах 10-12% (весовых). Однако отдельные почвы имеют несколько большую или меньшую максимальную гигроскопическую влагу (см. табл. 4), что, очевидно, связано с механическим составом, степенью засоленности и солонцеватости.

Коэффициент завядания растений (считая его равным полуторной максимальной гигроскопичности) достаточно высок. Следовательно, количество воды, доступной для растений, оказывается сравнительно небольшим. Подсчеты показали, что даже для относительно лучших почв, таких, как серо-бурые, занимающие верхнюю зону делювиальных склонов, доступная влага и поверхностном горизонте в среднем не превышает 10-15% (весовых). В редких случаях обнаруживается некоторое увеличение доступной влаги (до 18-20%). В глубоких горизонтах это соотношение меняется в еще более невыгодную сторону.

Таблица 4

Некоторые данные по водно-физическим свойствам почв  
подгорных равнин Азербайджана

Массив	№ разрезов и глубина, см	Фактор дисперсности, %	Объемный вес	Удельный вес	Общая порозность, % (вес.)	Максимальн. гигроскоп. влаги, % (вес.)	Коэффициент связывания, % (вес.)	Полевая влагоемкость, % (вес.)	Максимальн. мол. влагоемкость, % (вес.)	Коэффициент фильтрации, $\text{мм/сек} \left( \frac{1}{\text{час}} \right) \left( \frac{\text{V}}{\text{час}} \right)$
<b>Верхняя зона</b>										
Миль	Кюрбадаг	64	61,7	1,25	2,52	50,4	9,2	13,8	30,4	15,7
		0—25	100,0	1,37	2,60	47,3	10,7	15,9	31,4	15,4
		25—57	83,1	1,38	2,59	46,7	11,2	16,8	30,4	14,6
		57—98	48,3	1,40	2,60	46,1	9,4	14,1	не опред.	
		98—135	37,1	1,33	2,61	45,2	10,1	15,0		
		135—185	30,6	1,37	2,63	47,9	8,8	13,2		
		185—210								
Миль	Киль	33	8,3	1,35	2,73	50,6	9,6	11,8	18,9	15,1
		0—3	2,7	1,35	2,73	60,6	10,5	12,9	17,9	15,9
		3—16	3,4	1,24	2,76	55,1	10,7	13,2	18,0	15,8
		16—30	3,2	1,39	2,76	49,7	9,6	11,8	16,3	14,3
		30—56	8,2	1,32	2,77	52,4	9,6	11,8	18,1	13,9
		56—84	5,7	1,39	2,74	49,3	10,6	12,9	20,3	15,9
		84—105	5,7	1,39	2,74	52,3				
		105—137	н/оп р.	1,37	2,87	52,3	не определены			
		137—159		1,32	2,88	54,2				
		159—184		1,27	2,81	55,0				
<b>Средняя зона</b>										
Миль	Кюровдаг	63	71,0	1,34	2,55	49,5	11,2	16,7	36,0	17,2
		0—21	63,6	1,52	2,63	42,2	12,4	18,6	30,6	18,4
		21—51	45,0	1,44	2,79	48,4	11,8	17,7	24,1	20,7
		51—88	48,4	1,31	2,62	50,0	11,2	16,8	22,4	17,6
		88—121	44,6	1,35	2,77	51,3	12,6	18,9	не опред.	
		121—162	50,6	1,42	2,85	50,2	13,6	20,4		
Миль	Киль	67	59,6	1,36	2,63	54,0	10,0	15,0	37,1	16,7
		0—35	60,7	1,56	2,70	38,8	10,2	15,3	30,5	17,6
		35—74	49,1	1,53	2,72	39,9	11,4	17,1	30,1	17,7
		74—115	46,8	1,52	2,68	40,8	11,7	17,4	не опред.	
		115—115	47,1	1,48	2,71	37,6	12,9	19,7		
Миль	Киль	40	25,8	1,43	2,78	48,6	8,0	10,9	19,8	16,6
		0—3	13,2	1,43	2,78	48,6	9,5	11,7	19,8	16,7
		3—14	12,7	1,34	2,78	52,0	11,1	13,6	21,2	17,0
		14—30	19,7	1,50	2,75	45,5	10,3	12,7	20	15,8
		30—52	59,4	1,28	2,77	45,5	10,3	12,6	19,4	15,9
		52—72	33,4	1,36	2,80	51,4	14,8	18,2	19,7	19,5
		72—116	не опред.		2,88	53,0				
Сизанн-Сумгагт	251	1—11	49,4	1,14	2,60	51,5	9,4	14,1	30,2	18,2
		11—28	58,1	1,50	2,68	44,0	9,0	13,5	30,9	16,9
		28—61	64,7	1,41	2,79	49,4	9,2	13,8	24,8	17,5
		61—107	51,2	1,50	2,78	46,0	7,6	11,4	21,4	16,7
		107—125	37,9	1,61	2,79	42,3	10,0	15,0	20,1	15,8

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Шлейфовая зона										
Кюровадар										
65										
0—38	78,6	1,43	2,67	54,0	9,4	14,1	35,9	20,5		0,018
38—79	87,1	1,61	2,76	42,0	11,1	16,6	25,4	21,3		0,001
79—100	52,1	1,56	2,82	40,5	15,8	23,7	21,9	19,9		
100—125	47,3	1,55	2,75	43,7	15,6	23,4	не опред.			
125—155	38,7	1,54	2,73	43,6	14,6	21,9	—			
66										
0—22	83,8	1,48	2,62	57,5	9,8	14,7	35,1	18,6		0,018
22—44	90,1	1,62	2,76	41,4	9,8	14,7	31,3	18,6		0,003
44—73	74,7	1,62	2,86	37,0	10,8	16,1	30,0	18,5		
73—120	40,2	1,52	2,77	43,1	13,1	20,1	23,9	19,2		
120—150	35,5	1,60	2,76	42,1	12,0	17,9	не опред.			
150—202	32,2	1,58	2,71	42,0	13,6	19,9	—			
Хидрами										
64(240)										
0—18	16,7	1,20	2,70	55,5	10,0	16,7	32,4	21,2		0,023
18—42	3,4	1,49	2,73	45,4	11,0	16,7	23,2	22,5		0,005
42—66	4,3	1,44	2,76	47,8	12,5	16,9	20,9	24,3		
66—88	н/опр.	1,32	2,83	53,3	12,8	16,9	23,0	н/опр.		
88—126	15,0	1,38	2,71	49,0	14,3	16,9	22,4	—		
126—160	н/опр.	1,37	2,80	53,6	не определены	—	—	—		
160—205	•	1,32	2,93	54,9	—	—	—	—		
Миль										
34										
0—2	19,4	1,37	2,76	50,4	9,5	11,7	27,9	16,6		0,008
2—10	8,8	1,37	2,76	50,4	11,7	14,4	27,9	17,1		0,001
10—22	22,0	1,38	2,75	50,0	13,6	16,8	23,6	18,7		
22—44	5,6	1,39	2,77	50,0	12,1	14,9	23,2	18,1		
72—96	7,8	1,46	2,59	47,7	12,2	15,0	18,3	15,2		
124—146	н/опр.	1,52	2,80	52,2	не определены	—	—	—		
146—177	•	1,41	2,84	57,0	—	—	—	—		
Сиазань—Сумгант										
82										
0—20	5,9	1,19	2,65	55,1	14,0	14,2	44,1	20,8		0,075
20—42	н/опр.	1,46	2,65	44,9	15,3	22,9	30,5	20,0		0,001
42—64	4,9	1,44	2,65	45,7	16,8	33,2	25,2	18,1		
64—88	н/опр.	1,50	2,65	43,4	18,9	30,3	21,4	18,8		
88—104	8,5	1,52	2,65	42,6	18,0	н/опр.	20,7	н/опр.		
104—126	н/опр.	1,50	2,65	43,4	не определены	—	—	—		
126—156	•	1,52	2,65	42,6	—	—	—	—		
156—192	•	1,48	2,65	44,2	—	—	—	—		

Приложение: Материалы по разрезам 33, 34, 40, 64, 82 заимствованы из отчетов Р. Г. Мамедова (1960, 1962). Коэффициент завядания для этих разрезов определен методом проростков.

Весьма характерные данные получены по максимальной молекулярной влагоемкости почв. Для почв исследованных массивов в общем характерно постепенное увеличение максимальной молекулярной влагоемкости по уклону местности. Если для почв верхней зоны значение этого показателя колеблется в пределах 14-15%, то в средней части склонов он доходит до 16-18%, а в шлейфовой – до 20%.

Почвы с делювиальной формой засоления характеризуются также высокой полевой влагоемкостью. Она большей частью превышает 30% (весовых), причем эти значения в основном характерны для верхнего метрового слоя. Глубоколежащие

горизонты часто имеют относительно меньшую величину полевой влагоемкости (25-30%, а иногда 20%).

В связи с высокой солонцеватостью, и, следовательно, сильной набухаемостью, тяжелым механическим составом, плохой оструктуренностью и высокой порозностью, характеризуемые почвы отличаются весьма низкой проницаемостью. В серо-бурых почвах Кюровдагского массива коэффициент фильтрации в первый час наблюдений редко доходит до 0,080 мм/сек, в основном колеблясь в пределах 0,040-0,050% мм/сек. В шлейфовой части данного массива этот коэффициент в течение первого часа не превышает 0,023 мм/сек. В дальнейшем водопроницаемость прогрессивно уменьшается (см. табл. 4). Еще более пониженные значения коэффициента фильтрации получены для почв Боздагской подгорной равнины (0,006-0,003 мм/сек для первого часа; 0,004-0,001 мм/сек для шестого часа).

Сравнительно низкими показателями характеризуются и почвы Сиазань-Сумгайтского массива. Здесь, по данным Н.А.Качинского с сотрудниками (1937), в серо-бурых почвах равнины Богаз для первого часа водопроницаемость составляла 0,025. В солончаках и сильно солончаковых почвах скорость впитывания составляет 0,0006 мм/сек для первого часа и 0,00006 мм/сек для шестого.

По некоторым почвам названные авторы приводят следующие данные (соответственно для первых и двадцать первых суток);

серо-бурых глинистая (лучшая почва) – 0,0001166-0,0000111 мм/сек;

буро-серая солонцеватая тяжело-суглинистая (средняя почва) – 0,0000409 – 0,0000026 мм/сек;

солончак глинистый (худшая почва) – 0,0000148-0,0000017 мм/сек.

Таким образом, **одними из** наиболее выраженных специфических данных почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления являются в большинстве случаев их неудовлетворительные физические свойства.

#### 4. Засоленность почв

Запасы легкорастворимых солей являются одним из главнейших критериев для сельскохозяйственной оценки почв засушливых районов. Оценка почв в отношении степени их засоления представляет для таких районов непременную характеристику почвенного покрова. Не случайно, что оценка почв по степени засоления явилась первой характеристикой засоленных почв, в отношении которой были применены количественные критерии (Димо, 1913; Тюремнов, 1925).

Изучению характера засоления почв Кура-Араксинской низменности посвящены многочисленные исследования Института почвоведения и агрохимии АН Азербайджанской ССР, Почвенного института им. Докучаева и института «Азгипроводхоз». Значительный вклад в обобщение проведенных исследований был внесен В.Р.Волобуевым (1941, 1946, 1948, 1949, 1952, 1959), который составил для Кура-Араксинской низменности карты размеров засоления и солевого состава почв, а также почвенно-геохимические карты, отражающие содержание в почвах отдельных компонентов солевого состава (ионов Cl, SO<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub>+HCO<sub>3</sub>, Ca, Mg, Na+K). Недостаточное количество количественных аналитических данных (водные вытяжки по 450

разрезам дл всей территории Кура-Араксинской низменности) не позволило автору составить детальные карты. В связи с этим впоследствии были предприняты дополнительные исследования, в результате чего были составлены более детальные карты по отдельным частям низменности (Абдуев, 1958; Муратова, 1962).

В отношении характера засоленности более глубоких слоев имелись по преимуществу гидрологические данные. Ряд почвоведов, изучая почвы низменных районов Азербайджана с целью выяснения характера засоленности почво-грунтов, также закладывали некоторые разорезы на большую глубину (4-8 м).

Для наклонной равнины выше канала им. Орджоникидзе В.В.Егоров, В.С.Муратова, Г.В.Захарьяна (1951) приводят характеристики засоления почв по двум глубоким (4-7 м) разрезам (№ 1015 и 901). Большой интерес представляют данные по разрезу 1015, расположенному ближе к каналу. Значительное засоление от хлористого натрия прослеживается в нем с глубины 26 см, достигая максимума в слое 43-92 см. Ниже содержание хлора не возрастает. В почве имеется гипс, который сосредоточен на глубине 143-166 см. Ниже этого слоя сохраняется очень ровное засоление, обязанное хлористой и сернокислой солям, обнаруженным примерно в равных количествах.

Несколько иной характер имеет засоление в почвах разреза 901. Эти почвы с поверхности мало засолены, но уже с глубины 25 см, общее количество солей превышает 1%, а в пределах второй половины первого метра достигает 3%. Глубже отмечается постепенное снижение содержания легкорастворимых солей. При этом, прежде всего, обнаруживается уменьшение в содержании хлора. Вместо 0,7% в слое 40-66 см оно, последовательно уменьшаясь книзу, достигает на глубине 4 м всего 0,02%, т.е. практически нижние горизонты уже лишены хлора, а вместе с ним и натрия. Количество последнего снижается менее плавно. Вякое уменьшение для него намечается лишь с глубины 500 см. На глубине 600 см натрия осталось лишь 0,07%. Таким образом, почвы разреза 901 отличаются большой хлоридностью. Особенностью солевого профиля данного разреза является нахождение хлористого натрия выше сульфатов натрия и кальция. По мнению В.В.Егорова, В.С.Муратовой, Г.В.Захарьянной (1951), это можно истолковать как признак делювиального засоления, и такое распределение солей может быть объяснено перемещением солей с капиллярно-подвешенной водой.

В условиях делювиальных склонов хребта Мишовдаг, сложенных глинистыми соленосными породами и переходящих в нижних отметках в плоскую депрессию, контактную с аллювиальной равниной, Ю.П.Лебедевым (1949) заложен профиль, включающий шесть почвенных разрезов. На всем протяжении профиля грунтовые воды не были обнаружены, хотя разрезы на шлейфе равнины были доведены до глубины 8 м. Из приведенных автором данных (рис. 69, 70) видно, что верхние горизонты этих почв, мощностью около 10-25 см, отличаются относительно меньшей засоленностью (порядка 0,95-1,2%). Глубже содержание солей резко увеличивается, достигая 2-3%, а иногда и больше. В верхних горизонтах этих почв преобладают хлориды, в нижележащих, наоборот, доминируют сульфаты и кальций. Это свидетельствует о том, что здесь активным слоем сезонной миграции солей являются верхние горизонты почв. При этом происходит дифференциация компонентов солевого состава по почвенному профилю, с постепенным накоплением в горизонте

солевого максимума (60-100 см) менее подвижных компонентов.

Несколько иной характер имеет дифференциация солевых масс в профиле почв равнины Богаз Сиазань-Сумгайтского массива. Для подтверждения приведем солевую характеристику некоторых глубоких разрезов (шурфов), заимствованную из работ Д.Г. Виленского (1937).

Разрез 7, заложенный в 7 км на юг-юго-восток от пос. Насосный, в пределах верхних 20 см характеризуется малым засолением. Отмечается значительное увеличение засоления на глубине 40 см и резкое повышение содержания плотного остатка и сульфатов на глубине 55 см. На глубине 160 см общее содержание солей падает, затем снова возрастает к 300 см (за счет увеличения содержания сульфатов с одновременным понижением количества хлора). Таким образом, в пределах верхних 40 см хлор преобладает над серной кислотой, а глубже везде доминируют сульфаты. Это говорит о том, что в этой почве происходит процесс миграции хлора из нижних слоев, обусловленный, вероятно, испарением капиллярно-подвешенной влаги.

Аналогичная дифференциация солевых масс в верхних слоях обнаружена в почвах шурфа 8, заложенного в 11 км на северо-запад от поселки Насосный. Для почв этого шурфа по плотному остатку характерно наличие трех слоев солевых максимумов: на глубинах 91-95, 165-238, 310-394 см. Обнаруживается также характерный ход кривых серной кислоты и параллельно ей кальция с тремя повышениями (на глубине 95, 200, 300 см).

Тремя слоями солевого максимума на глубинах 60-64, 130-134, 280-354 см характеризуются также почвы шурфа 9, заложенного в 9,2 км на северо-запад от пос. Насосный.

Профиль шурфа 10, заложенный в 7,5 км на северо-запад от пос. Насосный, тоже показывает очень большое засоление с первым максимумом солей на глубине 25-29 см, следующим – на глубине 86-90 см и третьим – на глубине 250-254 см.

Таким образом, для почв равнины Богаз, являющейся частью Сиазань-Сумгайтского массива, характерно засоление верхних 0-50 см преимущественно хлоридами, глубже 50-сантиметрового слоя в составе солей преобладают сульфаты. Это говорит о том, что в пределах верхних 50 см до настоящего времени происходит передвижение хлоридов, что скорее всего обязано передвижению и испарению капиллярно-подвешенной влаги.

Другой характерной особенностью этих почв является наличие в них нескольких солевых максимумов, что отражает отдельные стадии формирования солевых профилей с делювиальной формой засоления. Морфологические описания охарактеризованных разрезов свидетельствуют о наличии нескольких погребенных почвенных образований предшествующих геологических эпох (см. Н.А. Качинский и др., 1937 – морфологическое описание разрезов 8, 9 и др.).

Таким образом, в связи с глубоким залеганием грунтовых вод и сухими климатическими условиями современный процесс солевой миграции в условиях делювиальных равнин в основном протекает в приповерхностных слоях почвогрунтов. В силу этого мы при изучении водно-солевого режима почв делювиальных равнин Азербайджана ограничивались исследованием толщи почвогрунтов мощностью около двух метров, являющейся основным слоем, в котором развиваются современные почвенные процессы.

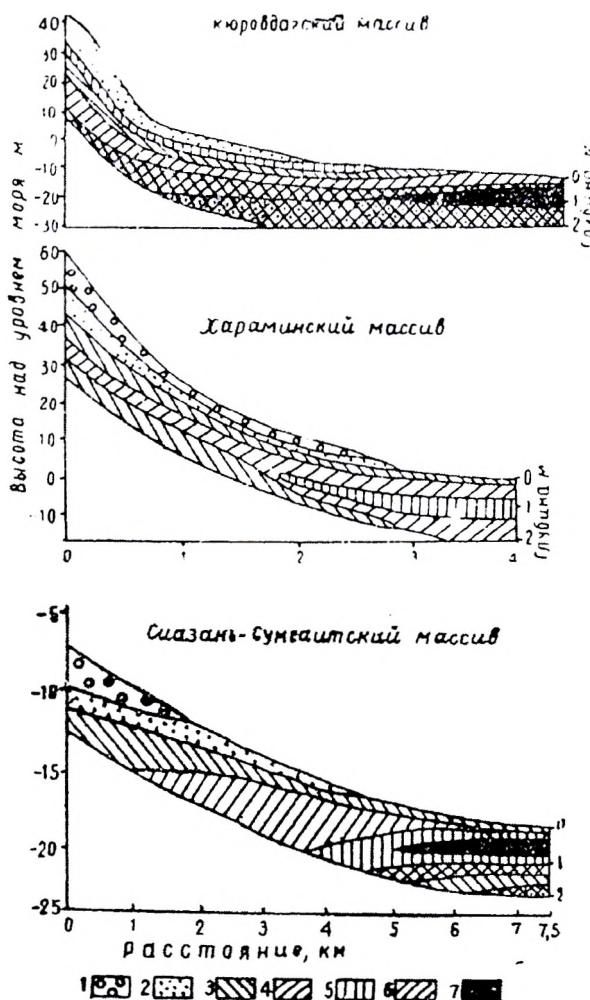


Рис. 5. Изменение засоления почв по профилю делювиальных склонов Кюровдагского, Сиазан-Сумгайтского и Хараминского массивов.

Содержание солей, %: 1 – 0,1; 2 – 0,2 – 0,5; 3 – 0,5-1,0; 4 – 1,0-1,5; 5 – 1,5-2,0; 6 – 2,0-2,5; 7 – 2,5-3,0%.

грации солевых масс, которые другими методами характеризовались с меньшей ясностью.

Из графиков (рис. 5) видно, что степень засоления почв в пределах делювиальных равнин Азербайджана колеблется в весьма широких пределах. В средней и верхней метровой толще солесодержание колеблется в пределах от 0,1 до 2% и более.

В самой верхней части делювиальных и делювиально-пролювиальных склонов содержание солей составляет 0,1-0,2% (по плотному остатку). Вниз по общему уклону местности в пределах верхней зоны делювиальных склонов засоление посте-

Чтобы получить более полное представление пространственной дифференциации солей в почвах, мы составили графики распределения солей в почвах отдельных массивов подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления, которые позволяют представить в обобщенной форме распределение солей как по почвенному профилю, так и по пути их общего движения по уклону местности.

Графики составлялись следующим образом. Вначале на десятитысячной основе изображался профиль местности, на который затем наносили положение почвенных разрезов, заложенных на расстоянии 50-100 м друг от друга. В соответствии с вертикальной шкалой выставлялись результаты анализов по горизонту и проводились линии равного содержания отдельных показателей. Конечно, при этом неизбежна некоторая схематизация. Однако совокупность фактических данных очень четко обрисовывает основные закономерности изменения солевых масс в пределах почвенной толщи того или другого района. Графики позволили нам выявить новые, весьма интересные стороны метаформализации солевого состава в процессе ми-

пенно возрастает. Однако и в этом случае верхняя толща почв имеет в общем малое солосодержание. Повышенное засоление отмечается в глубоких слоях почв, где содержание солей доходит до 0.5-0.8%, а иногда превышает 1%. Далее следует зона сильного засоления с содержанием солей более 1-2% как в верхнем метровом, так и в более глубоком слое почвы. Она охватывает несколько большую площадь, занимая почти всю среднюю и шлейфовую зоны делювиальных и делювиально-пролювиальных склонов Азербайджана (за исключением верхнего метрового слоя делювиальных склонов Мильской степи и Ленкоранской низменности).

Почвы с типично солончаковым засолением, т.е. с максимумом соленакопления в поверхностном горизонте, не образуют самостоятельной зоны. Они отдельными пятнами (то большими, то меньшими) большей частью приурочены к шлейфовой зоне делювиальных склонов, где происходит аккумуляция солевых масс.

Характерно, что солончаки с делювиальной формой засоления по морфологическим свойствам подобны такырам. Они имеют гладкую, как бы отполированную поверхность, разделенную неглубокими трещинами на паркетообразные многоугольники. Почвы покрыты прочной коркой толщиной около 3-5 мм, под которой выделяется крупнослойеватый плитчатый слой. Участки, занятые этими такыровидными солончаками, почти не имеют растительности.

Типичные солончаки в основном приурочены к зоне контакта делювиально-пролювиальных равнин с аллювиальными или к стыку зон шлейфово-делювиальных склонов и приморской полосы, являющейся зоной сильного проявления двух факторов соленакопления. Содержание солей в метровом слое таких почв достигает 3-5%.

Как видно из графиков (см. рис. 5), характерной особенностью почв с делювиальной формой засоления является накопление солей на небольшой от поверхности глубине в зависимости от уклонов местности. Солевые профили этого вида следует отнести к осаженным. Они характерны для почв всех частей склонов, независимо от положения по рельефу. Однако в верхней зоне солевые массы осажены до большей глубины (60-120 см), чем в шлейфовой (10-15 см). Отмечается также большое различие в содержании солей и в слое вмывания, и в опресненном верхнем слое. Так, в опресненном верхнем слое верхней зоны плотный остаток составляет 0,1-0,2%, тогда как в шлейфовой части доходит до 1-2%. Содержание солей в слоях их максимального накопления в верхней зоне склонов почти соответствует солесодержанию в так называемом опресненном слое шлейфовой зоны. Почвы средней зоны делювиальных и делювиально-пролювиальных склонов занимают в этом отношении переходное положение.

Почвы с делювиальной формой засоления в условиях Сиазань-Сумгaitского массива отличаются еще и тем, что здесь в шлейфовой зоне склонов глубокие горизонты имеют наименьшее (по сравнению с остальными массивами) засоление – в среднем 0.5%, что объясняется их легким механическим составом. Близкое сходство обнаружено также в почвах Хараминского массива.

Учитывая характер солевой дифференциации в почвенном профиле делювиальных равнин Азербайджана, мы составили карту типов солевых профилей (рис. 6). Как известно (Полынов, 1933), солевые профили позволяют строить если не окончательные выводы, то весьма вероятные представления о водно-солевом режиме

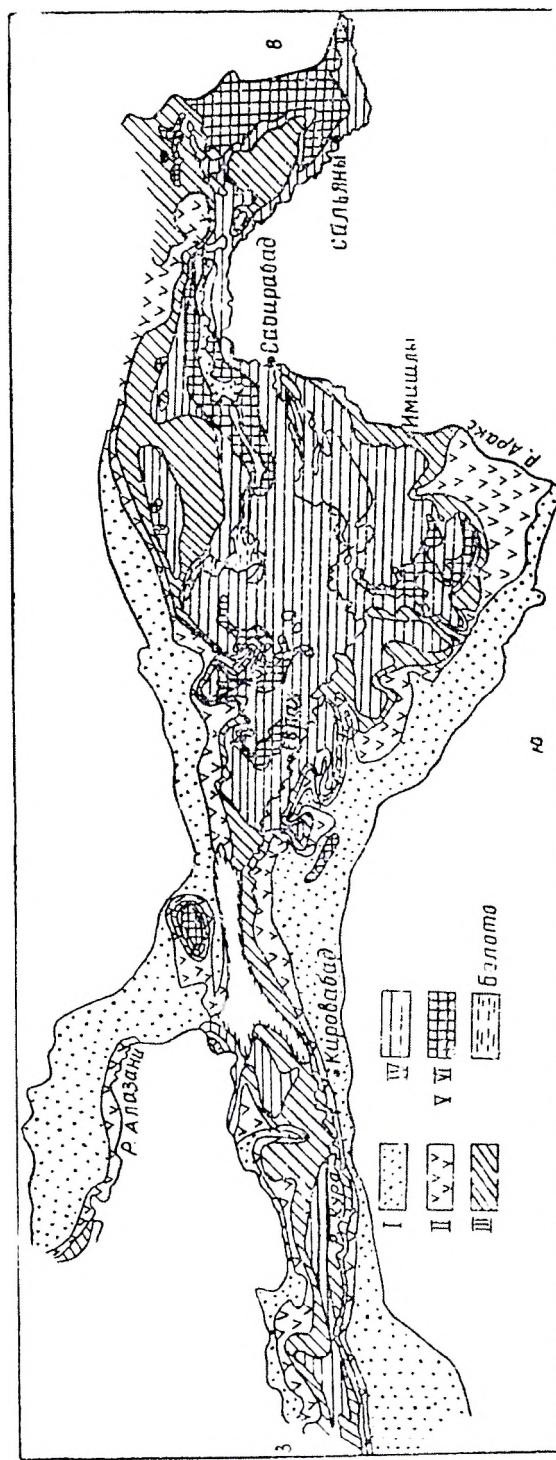


Рис. 6. Картосхема типов солевых профилей почв. Составил М.Р. Абдуев, 1960 г.

почвы. При составлении карты мы использовали, помимо собственных данных, собранных в период с 1952 по 1964 гг., результаты исследований других авторов (Долгов, Волобуев, Егоров, Захарына, Муратова, Зейналов, Салаев, Шарифов, Преображенский, Гасанов, Ковалев и др.)<sup>4</sup>.

Обобщение этого обширного материала позволило нам выделить шесть основных типов солевых профилей с подразделением некоторых из них на подгруппы. Эти типы отличаются друг от друга как по общему содержанию и составу солей, так и по их распределению в толще почвы. Приведем их описание:

1. Солевой профиль с равномерно малым гидрокарбонатно-кальциево-натриевым соленакоплением.

2. Солевой профиль с глубоким расположением солей преимущественно гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевого состава.

3. Солевой профиль с глубоко осаженным запасом гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатных и сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевых (натриево-кальцевых) солей.

4. Солевой профиль с осаженным засолением сульфатно-хлоридно (и хлоридно-сульфатно)-натриевого (кальциево-натриевого) состава.

5. Солевой профиль с опресненным верхним горизонтом и сульфатно-хлоридно-натриевым засолением.

6. Солончаковый солевой профиль с сульфатно-хлоридно-магниево-кальциево-натриевым солевым составом.<sup>5</sup>

Примерные типы солевых профилей приводятся на рис. 7.

Солевой профиль первого типа – с равномерно малым гидрокарбонатно-кальциево-натриевым соленакоплением характеризуют большую площадь в вершинной части подгорной зоны делювиальных склонов. Почвы с таким солевым профилем окаймляют почти весь этот район, они являются в основном незасоленными до глубины 2 м. Хотя солесодержание в профиле описываемых почв и варьирует в отдельные периоды года, конфигурация солевых профилей в общем не изменяется.

Почвы с глубоким гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевым засолением (см. рис. 7, б) в условиях подгорных равнин Азербайджана занимают относительно малую площадь и приурочены к средней части вершинной зоны делювиальных склонов. Они характеризуются некоторым засолением глубинных слоев, в то время как верхний полуметровый слой засолен очень незначительно. Формирование солевых профилей с относительно глубоким засолением объясняется тем, что в связи с отсутствием грунтовых вод затрудняется поступление солевых растворов в верхние горизонты. Под влиянием атмосферных осадков соленые запасы, нако-

<sup>4</sup> Впервые попытка составления карты типов солевых профилей в Азербайджане была сделана для почв Ширванской степи А. С. Преображенским, который составил карту только на основании плотного остатка, что не исчерпывало всей картины распределения солей в почвенном профиле. Поэтому несколько позже такая карта для Восточной Ширвани была составлена нами (Абдуев, 1958). Как и в данном случае, составляя карту типов солевых профилей, мы учитывали изменение как общего солесодержания по профилю, так и состава солей в почвах.

<sup>5</sup> Этот тип солевых профилей не характерен для почв с делювиальной формой засоления. Однако мы приводим его описание, так как при составлении карты солевых профилей для характеризуемого района мы столкнулись с алювиальной формой засоления, возникающей под влиянием залегающих близко к поверхности грунтовых вод.

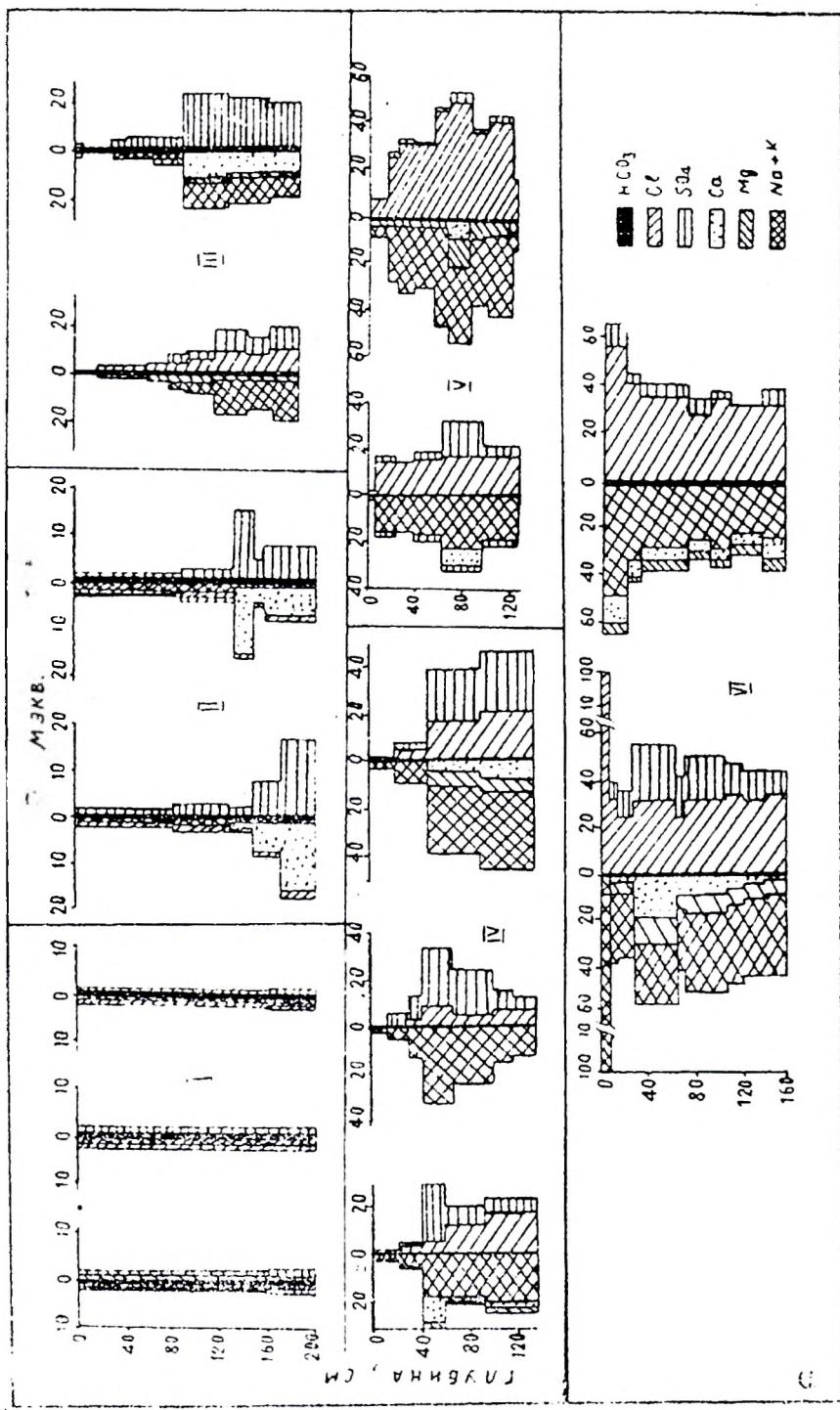


Рис. 7. Солевые профили почв разных типов

пившиеся в верхней части профиля в предшествующие стадии почвообразования, постепенно опускаются. Конечно, возможность их вторичного перемещения к поверхности полностью не исключена, но она лимитируется ограниченным содержанием влаги в поверхностных горизонтах.

Солевой профиль с глубоко осаженным запасом гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатных и сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевых (натриево-кальциевых) солей (см. рис. 7, III) характерно для почв нижней части вершинной зоны делювиальных склонов. Содержание солей в этих почвах до глубины 80 см возрастает постепенно, а с 90-120 см – очень резко.

Почвы с осаженным сульфатно-хлоридно (и хлоридно-сульфатно)-натриевым (кальциево-натриевым) засолением (IV тип) в условиях делювиальных равнин Азербайджана имеют достаточно большую площадь распространения. Они характерны для средней зоны делювиальных склонов. Отличительной их чертой является небольшая мощность опресненного верхнего слоя (не более 35-50 см). Этот тип солевых профилей формируется под влиянием насыщенных солями поверхностных вод и грунтовой делювиальной верховодки, образующейся на водоразделе. Следствие внутрипочвенного расхода влаги (внутрипочвенное испарение и десукация) происходит накопление солей и формирование характеризуемого типа солевых профилей.

Почвы с опресненным верхним горизонтом и хлоридно-натриевым засолением (V тип) имеют распространение в шлейфовой зоне делювиальных склонов. Как по содержанию солей, так и по их составу они резко отличаются от почв, описанных выше. Здесь, во-первых, очень незначительна мощность относительно опресненного верхнего горизонта (в среднем 5-10 см). Во-вторых, они имеют чисто хлоридно-натриевый солевой состав.

Солончаковый профиль с сульфатно-хлоридно-магниево-кальциево-натриевым солевым составом (VI тип) характерен для почв пониженной части Кура-Араксинской низменности, где очень распространены почвы аллювиально-пролювиального происхождения. Почвы грунтового увлажнения имели два типа солевых профилей – солончаковый и солончаковый поверхностно-опресненный.

Почвы с делювиальной формой засоления характеризуются некоторым своеобразием профильного распределения солевых компонентов. Из схем (рис. 18-10), составленных нами для некоторых массивов делювиальных равнин Азербайджана, усматривается, что содержание отдельных компонентов возрастает как вниз по профилю местности, так и с глубиной. Только ион  $\text{HCO}_3^-$  не подчиняется этой закономерности. Максимальное его содержание (0,07-0,13%) как в силу более низкой растворимости, так и вследствие в основном к верхнему слою почв мощностью 30-70 см. Единичные случаи несколько повышенных значений  $\text{HCO}_3^-$ -иона в более глубоких слоях не изменяют общего характера распределения его. Нужно отметить, что в верхнем слое не только повышенено содержание  $\text{HCO}_3^-$ -иона, но и имеются случаи появления нормальных карбонатов. Это особенно заметно в почвах Кюровдагского массива (см. рис. 8). Почвы Хараминского массива отличаются приуроченностью больших концентраций  $\text{HCO}_3^-$ -иона к мощной толще почвогрунтов средней зоны. В Сиазань-Сумгaitском массиве накопление  $\text{HCO}_3^-$ -иона отмечено и в почвах верхней зоны делювиальных склонов (см. рис. 10), что связано с сильной выщелоченностью почвогрунтов.

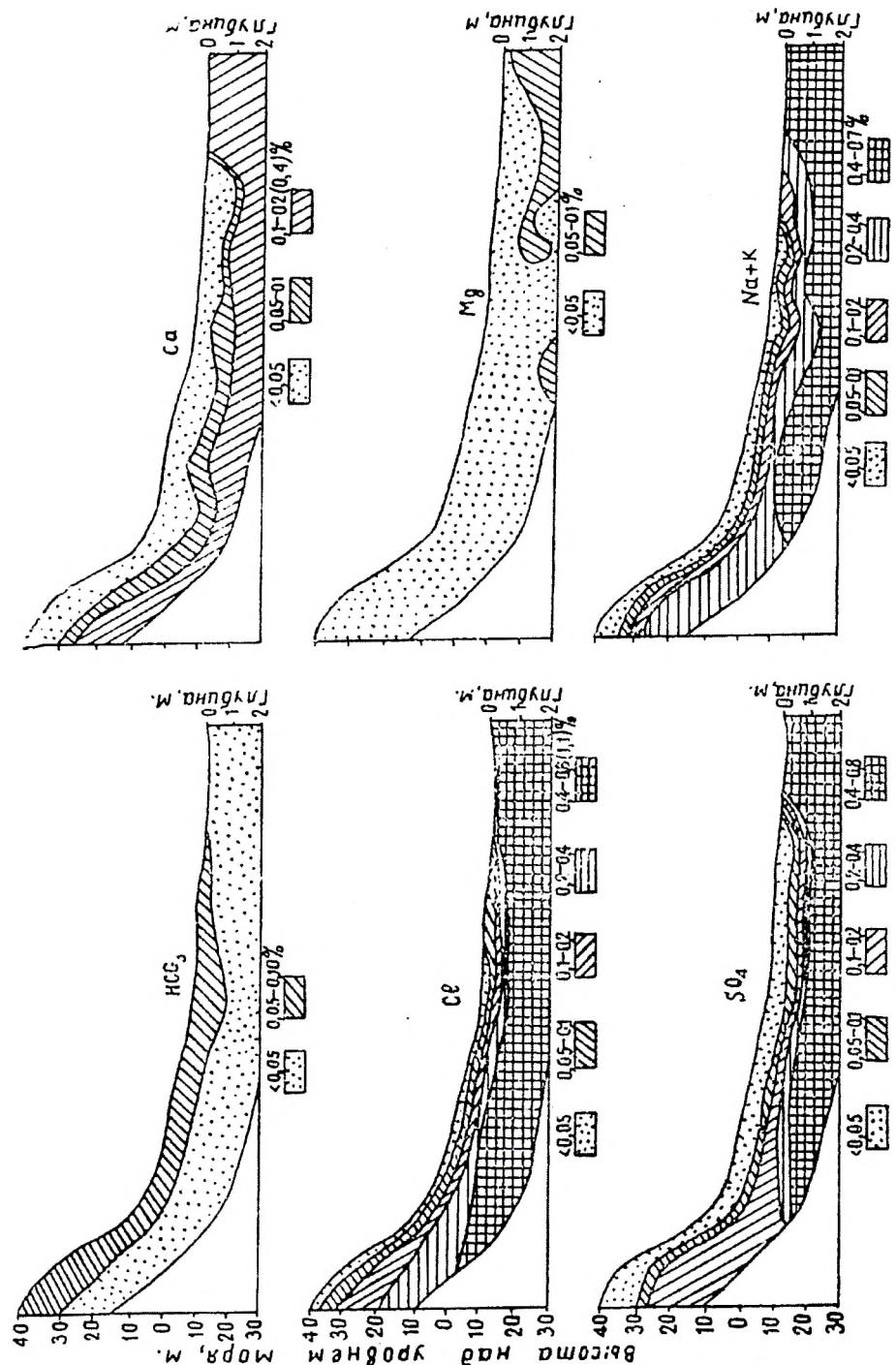


Рис. 8. Изменение содержания почвенно-солевых компонентов делювиальных склонов в условиях Кироводагского массива.

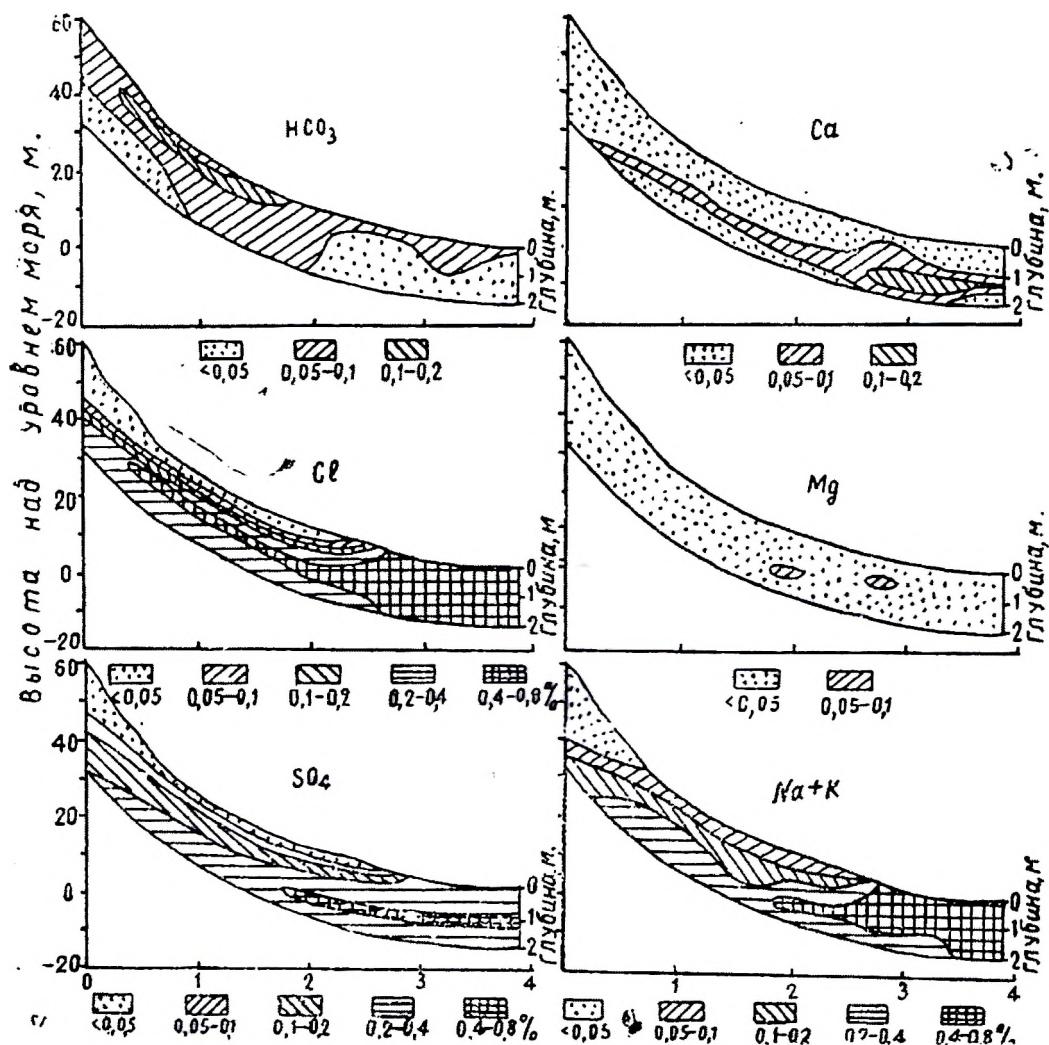


Рис. 9. Изменение содержания почвенно-солевых компонентов делювиальных склонов в условиях Хараминского массива.

В районах делювиальных склонов подгорных равнин Азербайджана представилось возможным выделить почвы со следующими основными видами солевого состава: гидрокарбонатный, сульфатный, хлоридный и особо хлоридный. Эти виды солевого состава достаточно определенно обособляются географически. Анализ собранных материалов позволяет выявить на территории делювиальных равнин Азербайджана очень ясную зональную смену видов солевого состава почв.

Почвы с гидрокарбонатным составом солей в основном охватывают верхнюю зону делювиальных склонов. Это – почвы наименее засоленные, в них во всех случаях доминируют бикарбонаты, в некотором количестве содержатся карбонаты. По

содержанию и соотношению других компонентов выделяются два подвида гидрокарбонатного засоления: 1) гидрокарбонатно-кальциевое, приуроченное к верхней части зоны и занимающее большую площадь, главным образом в Мильско-Карабахской подгорной равнине. Это обусловлено тем, что в окружающей горной системе почвообразующие породы в основном представлены карбонатной корой выветривания; 2) гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-натриевое засоление, распространенное в нижней части зоны.

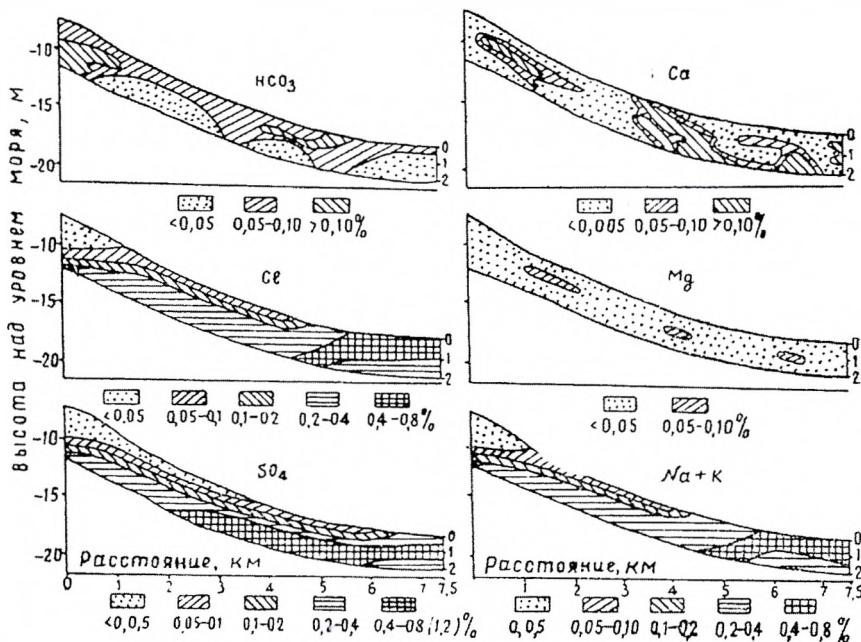


Рис. 10. Изменение содержания почвенно-солевых компонентов делювиальных склонов в условиях Сиазань-Сумгайитского массива.

Почвы с сульфатным засолением в основном занимают среднюю часть делювиальных склонов. На отдельных массивах в зависимости от состава выветривающихся горных пород степень сульфатности почв выражена различно. Делювиальные склоны в Ширванской подгорной равнине имеют почвы особо сульфатного засоления, а почвы сульфатного состава имеют здесь сравнительно большую площадь распространения, тогда как в Карабахской и Мильской равнинах они распространены слабее. Широкое распространение особо сульфатного и сульфатного засоления в Ширванской степи, помимо геохимических законов распределения солевых компонентов, объясняется еще и тем, что хребты Коджаши и Дашиб, окружающие Ширванскую подгорную равнину с севера, сложены плиоценовыми породами (акчагыл и ашшерон), среди которых преобладают водопроницаемые соленос-

ные, часто сильно загипсованные глины.

К районам распространения почв с хлоридным, в частности, хлоридно-сульфатно-кальциево-натриевым составом солей относится широкая и пологая шлейфовая часть склонов, где накапливаются соли делювиальной миграции со значительным участием солей глубинного происхождения, выброшенных грязевыми вулканами.

Почвы с особо хлоридным и особо натриевым составом солей в пределах исследуемого района охватывают небольшую площадь на территории самой пониженной части делювиальных склонов. Этот вид засоления особенно широко распространен в восточной и юго-восточной Ширвани и приурочен к самым восточным оконечностям делювиальных склонов (территория между грязевыми вулканами Ахтарма-Пашалы и древними каспийскими террасами).

Итак, из сказанного становится очевидным, что солевой состав почв в условиях подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления подчиняется зональному изменению, что связано с изменением геоморфологических условий местности, характером выветривания и составом почвообразующих пород, а также влиянием делювиальных и делювиально-пролювиальных потоков.

Химико-географическая характеристика почв с делювиальной формой засоления свидетельствует, что одной из отличительных особенностей этих почв является их сильная засоленность, последовательное увеличение солевых масс по уклону местности, опущенность солевых масс на разную глубину (в зависимости от уклона местности), преобладание в слое солевого максимума  $Cl^-$  и  $SO_4^{2-}$ , обогащенность натриевыми солями почти всех частей склонов и гидрокарбонатный состав почв в верхней зоне, сульфатный – в средней и хлоридный – в шлейфовой.

Обобщая рассмотренные данные, главными специфическими особенностями почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления можно считать их плохие химические, физические и физико-химические свойства, выражающиеся в сильной засоленности, высокой солонцеватости, тяжелом механическом составе, чрезмерной плотности, малой структурности в скважности, незначительной полезной для растений водоудерживающей способности и чень низкой водопроницаемости. При увеличении влажности водопроницаемость снижается еще больше.

Сопоставляя почвы делювиальных равнин Азербайджана с почвами Копетдагской подгорной равнины, описанными в сборнике «Такыры Западной Туркмении» (1956), и почвами Нарынской впадины Центрального Тянь-Шаня (Нарбаев, 1964), мы видим, что особенности наших почв достаточно типичны для почв с делювиальной формой засоления. При этом есть основания полагать, что специфические особенности механического состава и физических свойств почв, строения солевого профиля, широкое распространение солонцеватости и другое обязаны прежде всего своеобразию миграции веществ в условиях подгорных равнин.

## ГЛАВА IV

### ИСТОЧНИКИ СОЛЕВЫХ ПОСТУПЛЕНИЙ В ПОЧВАХ С ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ЗАСОЛЕНИЯ

#### О СОЛЕНАКОПЛЕНИИ В ПОЧВАХ ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЫ

Вопросам происхождения и накопления солей в почвогрунтах засушливых областей уделяется большое внимание как советскими, так и зарубежными исследователями. И все же вопрос этого нельзя считать решенным. Существующие представления не могут иметь универсального значения, поскольку каждая засушливая область в зависимости от условий расположения и происхождения, имеет свои особенности.

Рассмотрим факторы соленакопления в условиях делювиальных и делювиально-пролювиальных наклонных равнин Азербайджана. Процессы соленакопления в условиях подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления при всем их своеобразии подчиняются общим закономерностям миграции солей в поверхностных слоях земли.

Ряд исследователей считает, что первичными источниками солей в земной коре являются растворимые продукты вулканических извержений (Коссович, 1903; Треиц, 1927; Келли, 1934 и др.) и глубоких терм (Треиц, 1927; Ковда, 1937), древние соленосные отложения (Соколовский, 1941; Усов, 1940 и др.) и органические остатки растений (Тренц, 1908; Вильямс, 1951 и др.).

В отношении современного засоления почвогрунтов многие ученые принимают гипотезу континентального накопления солей, при котором образующиеся в результате выветривания и почвообразования легкорастворимые соли перемещаются в виде водных растворов и постепенно аккумулируются в бессточных впадинах (Димо, 1913; Тюремнов, 1927; Полянов, 1930; Герасимов и Иванова, 1934; Розов, 1936; Ковда, 1937, 1946, 1947; Волобуев, 1948; Егоров, 1956; Муратова, 1962 и др.). В перераспределении солей на земной поверхности большое значение придавалось золовому переносу или импульверизации (Высоцкий, 1903; Кларк, 1911; Димо, 1913; Усов, 1940; Ковда, 1946 и др.), а также биологическому круговороту солей (Вильямс, 1936; Ковда, 1944, 1946). Некоторое значение имели также процессы диффузии солей (Лебедев, 1930; Философ и Мехтиев, 1950; Морозов, 1956). Весьма

существенную роль в засолении почвогрунтов играет горизонтальное перемещение солевых растворов и вертикальное движение солей к поверхности почвы с капиллярным током грунтовых вод.

## I. ИСТОЧНИКИ ДРЕВНЕГО СОЛЕНАКОПЛЕНИЯ

Из источников солей, поступающих в почвы в условиях подгорных равнин Азербайджана, прежде всего следует назвать отложения морских водоемов (Ковда, 1946; Волобуев, 1945, 1948; Егоров, 1951, 1956).

Анализ геолого-геоморфологического материала показывает, что в истории формирования рельефа и поверхностных наносов делювиальных и делювиально-пролювиальных наклонных равнин Азербайджана большую роль сыграли неоднократные трансгрессии Каспия.

Из литературы известно, что подгорные равнины Азербайджана окончательно освободились от морских вод Каспия в антропогоне. Минерализация вод Каспия в период последней хвалынской трансгрессии была близка к современной (13 г/л).

В условиях мелководного залива древнего Каспия, на месте которого сформировалась Муганская низменность, повторявшиеся регрессии способствовали огромной аккумуляции солей как в данных отложениях, так и в отложениях береговой полосы. Подсчеты В.А.Ковды (1946) показывают, например, что только в северной части Каспийской низменности (на площади 120 тыс. км<sup>2</sup>) последними трансгрессиями Каспия было, вероятно, оставлено около  $2,5 \cdot 10^3$  м солей, из которых до 40% приходится на долю хлоридов.

Мы попытались подсчитать, по примеру В.А.Ковды (1946), возможные запасы солей, оставшиеся в грунтах территории ниже нулевой горизонтали Кура-Араксинской низменности, на формирование которой Каспийоказал несомненное влияние. Площадь этой территории 13,5 тыс. км<sup>2</sup>. По описанию ряда глубоких скважин (Саваренский, 1931), мощность толщи морских отложений здесь составляет около 15 м. При подсчете мы приняли ее равной 10 м. Подсчеты показали, что отложения солей с донными осадками Каспия в период его трансгрессии на отмеченную территорию составляет примерно  $7,4 \cdot 10^8$  м.

Исследования некоторых ученых (Архангельский, 1933 и др.) показали, что донные отложения обычных морских водоемов в момент своего накопления в состоянии поглотить и накопить до 5-8% легкорастворимых солей – больше в осадках тяжелого механического состава и меньше в осадках грубых. По данным В.А.Ковды, в общем виде состав солей, накапливающихся в донных осадках, характеризуется преобладанием хлоридов натрия и магния с подчиненным содержанием сульфатов магния и калия, т.е. отражает состав солей морской воды.

Подтверждением этих фактов могут служить данные табл. 5, из которой видно, что породы, являющиеся ныне почвообразующими для почв делювиальных равнин Азербайджана, содержат легкорастворимые соли с преобладанием хлоридов. В породах легкого механического состава преобладает хлористый натрий, а в тяжелых – сульфат и хлорид натрия.

Первичное соленакопление в почвогрунтах делювиальных и делювиально-

пролювиальных наклонных равнин Азербайджана может в какой-то мере объясняться также выветриванием древних каспийских соленосных отложений, на которых ныне формируются почвы в полосе предгорий, окружающих Муганскую низменность.

Таблица 5

**Солевой состав почвообразующих пород морского происхождения  
в условиях подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой  
засоления (% на абс. сухую почву)\***

Литологический состав	Обр. №	Глубина, м	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
Песчаный	257	1,3-1,6	0,732	Нет	0,041	0,211	0,143	0,011	0,005	0,216
-	-	1,6-2,0	0,224	-	0,037	0,054	0,052	0,003	0,003	0,0063
-	259	1,7-2,0	0,768	-	0,017	0,191	0,304	0,019	0,020	0,215
Супесь	268	1,6-2,3	1,880	-	0,022	0,200	1,033	0,104	0,033	0,450
Легкий суглинок	261	1,8-2,0	0,880	-	0,070	0,203	0,324	0,040	0,014	0,228
Тяжелый суглинок	250	1,6-1,9	1,276	-	0,063	0,285	0,489	0,041	0,009	0,376
-	-	1,9-2,1	1,572	-	0,031	0,313	0,641	0,085	0,014	0,407
Глина	265	1,7-2,0	1,685	-	0,029	0,140	0,974	0,169	Нет	0,373
Тяжелая глина	266	1,7-2,0	1,950	-	0,048	0,172	1,072	0,177	0,034	0,374

\* Аналитик В.В.Хандамирова

В.Р.Волобуев (1948) повышенную хлоридность почв центрально-аллювиальной области Муганской низменности объяснял конечной аккумуляцией солевых масс в условиях мелководного залива древнего Каспия. Однако в этом случае, как и в отношении подгорных областей, объяснить особенности солевого состава низменности только континентальным перераспределением компонентов солевого состава, по его мнению, нельзя. Против этого говорит прежде всего довольно резкая очерченность центральной области повышенной хлоридности, граница которой в основном проходит по нулевой горизонтали, вполне совпадающей с границей древнего Каспия.

В.А.Приклонский (1932), обобщая литературные материалы по истории изменения уровня Каспия, отмечает, что в начале нашей эры береговая линия Каспийского моря проходила где-то в районе нулевой горизонтали современной поверхности земли и вся центральная и восточная часть низменности была покрыта водами западного залива Каспия. По свидетельству древних географов (Ханыков, 1853), этот залив был очень мелок и представлял собой песчаные и глинистые отмели моря.

По мнению В.А.Приклонского (1932), в X и начале XIV вв., когда уровень моря стоял выше современного на 8,7-11 м и достигал абсолютной высоты – 17,3 и – 14,9 м. под водой должна была находиться вся восточная половина низменности, при-

близительно до меридиана устья Аракса.

Менее значительные колебания позднейшего времени распространялись только на восточную часть Муганской степи, на Юго-Восточную Ширвань и Сальянскую степь.

Таким образом, если значительные повышения и понижения Каспия в предшествовавшие эпохи вносили очень существенные изменения в водно-грунтовой режим низменности, сильно сокращая площадь суши, то небольшие колебания позднейшего времени сказывались главным образом на усилении или ослаблении подпора грунтовых вод со стороны Каспийского моря в восточной части низменности и сопутствующих изменениях солевого режима грунтовых вод и почвогрунтов.

Геоморфологический анализ позволяет допустить, что по мере отступления моря в условиях низменности Азербайджана возникали болотистые пространства, общихавшие и превращавшиеся в солончаки (Волобуев, 1948). В некоторых местах возникали озера и лагуны с особенно высокой концентрацией солей, остатки которых, как отмечалось выше, обнаруживаются и в настоящее время.

Таблица 6  
Солевой состав почвогрунтов из лагуны у с. Советабад на  
Сиазань-Сумгайтском массиве (% на абс. сухую почву)\*

№ раз- реза	Глуби- на, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	№ раз- реза	Глуби- на, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
289	0—10	5,494	нет	0,015	2,269	294	0—10	4,990	нет	0,015	1,918
	10—25	4,185	•	0,015	1,650		10—25	5,914	•	0,012	2,815
	25—50	5,372	•	0,017	3,403		25—50	5,042	следы	0,017	3,042
	50—75	7,080	•	0,015	3,094		50—75	1,714	нет	0,017	0,815
	75—100	4,490	•	0,015	2,147		75—100	2,032	•	0,011	0,351
	100—125	1,938	•	0,012	0,351		0—10	3,456	нет	0,020	1,279
	125—150	1,510	•	0,012	0,464		10—25	4,700	•	0,015	1,712
290	0—10	3,460	нет	0,015	1,279	295	25—50	4,358	•	0,015	1,691
	10—25	3,820	•	0,016	1,434		50—75	3,656	•	0,015	1,588
	25—50	3,816	•	0,016	1,753		75—100	2,980	•	0,015	0,866
	50—75	4,096	следы	0,007	1,388		100—125	3,672	•	0,012	1,299
	75—100	3,232	•	0,007	0,990		125—150	1,892	•	0,012	0,474
	100—125	3,820	•	0,010	1,258		150—175	2,712	•	0,012	0,846
292	0—10	2,532	нет	0,018	0,454	298	0—10	4,042	нет	0,015	1,351
	10—25	3,514	•	0,016	0,369		10—25	4,320	•	0,015	1,495
	25—50	4,586	•	0,016	1,083		25—50	2,416	следы	0,007	2,217
	50—75	4,228	•	0,018	1,083		50—75	5,452	•	0,009	2,784
	75—100	1,823	•	0,018	0,413		75—100	5,330	нет	0,012	2,063
	100—125	2,830	•	0,011	1,207		100—125	2,614	•	0,012	0,351
	125—150	2,476	•	0,012	0,804		125—150	1,686	•	0,010	0,237
293	0—10	3,693	нет	0,015	2,183	299	0—10	3,784	нет	0,015	1,155
	10—25	8,232	•	0,012	3,970		10—25	3,265	•	0,016	1,537
	25—50	5,170	•	0,018	2,939		25—50	4,508	•	0,013	2,145
	50—75	11,263	•	0,015	4,073		50—75	5,112	•	0,012	2,424
	75—100	3,660	•	0,011	1,238		75—100	5,646	•	0,012	2,784
	100—125	3,044	•	0,012	0,990		100—125	3,052	•	0,011	0,784
	125—150	1,622	•	0,009	0,542		125—150	2,618	•	0,010	0,626

\* Аналитик С. И. Ахундова

Лагуны на исследуемой территории являются естественными испарителями. Они ежегодно принимают в себя большое количество легкорастворимых солей. Одной из таких лагун является оз. Агзыбир, заполненное соленой водой, анализы проб которой показали высокую минерализованность. Содержание солей здесь превышает 10 г/л, что почти соответствует минерализации вод Каспийского моря.

Подобные лагуны расположены у с. Советабад и г. Сумгайит. Они занимают площади до сотни гектаров. В летнее время они высыхают и их плоская поверхность покрывается слоем кристаллов солей. Формирующиеся на месте этих лагун почвы очень сильно засолены. Плотный остаток в метровом слое в среднем превышает 3-5%, причем почти половина падает на долю хлоридов (табл. 6). Грунтовые воды залегают здесь на небольшой глубине (1,0-1,5 м) и сильно минерализованы (более 100 г/л). В составе солей преобладают хлориды.

В соответствии с повышенной минерализацией лагунных водоемов, донные осадки характеризуются высоким содержанием легкорастворимых солей. Некоторые погребенные прослои, как показывают данные табл. 7, содержат более 35% солей, из коих больше половины приходится на долю хлористого натрия. Другие горизонты, хотя имеют относительно меньшее количество солей, тоже характеризуются преобладанием в них хлористого натрия.

Таблица 7.  
Состав легкорастворимых солей в осадках лагуны у  
г. Сумгайыт (%/мэкв)

Глубина, см	Дата взятия образца	Плотный остаток, %	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
0-0,05	23, V 1961 г.	35,300	0,020	0,001	19,242	1,432	0,332	0,021	12,74
			0,68	0,02	542,03	29,83	16,55	1,73	554,28
0,5-1,7		2,640	0,006	0,019	1,316	0,226	0,005	Нет	0,569
			0,20	0,38	37,08	4,71	0,025		42,12
1,7-2,2		2,204	0,014	0,018	1,156	0,012	0,007	нет	00,760
			0,48	0,36	32,57	0,25	0,37		33,05

В число факторов, способствующих первичному засолению почвогрунтов низменностей Азербайджана, должны быть включены древние геохимические потоки соляных растворов, медленно движущиеся, от горных сооружений к низменности (Приклонский, 1930; Волобуев, 1948, 1953; Ковда, 1954; Ковда, Егоров, Морозов, Лебедев, 1954; Егоров, 1956; Муратова, 1962 и др.) и речные воды, состав которых определяется главным образом солями, образующимися при выветривании горных пород (Волобуев, 1948; Лебедев, 1952; Егоров, 1956).

Таким образом, главным источником древнего соленакопления в почвогрунтах подгорных равнин Азербайджана являются соли, накапливавшиеся в условиях лагунной и прибрежно-морской концентрации. Однако не следует думать, что современное засоление почв вызвано только солями, накопившимися в древнюю фазу соленакопления. Определенную роль в современном соленакоплении играют процессы выветривания, золовый фактор, биологическая миграция и др.

## II ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СОВРЕМЕННОЕ СОЛЕНОАКОПЛЕНИЕ

### 1. Выветривающиеся породы горных сооружений

В современном засолении почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления главную роль играют соли, приносимые поверхностным стоком (делювиальные и

делювиально-пролювиальные потоки) с окружающих наклонные равнины горных систем Малого и Большого Кавказа.

Известно (Саваренский, 1926; Ковда, 1946; Волобуев, 1948 и др.), что солевой состав грунтовых вод и почв любого низменного района обнаруживает теснейшую связь с химизмом пород окружающих возвышенностей. Чтобы получить необходимое представление о значении поверхностного стока в засолении почв делювиально-пролювиальных наклонных равнин Азербайджана, остановимся на характеристике выветривающихся пород горных сооружений.

Как уже говорилось, третичные отложения гор, окружающих подгорные равнины Азербайджана, формировались в условиях лагун. Это обусловило образование на значительных пространствах соленосных осадочных пород. Соли из них под влиянием внешних факторов транспортируются из зоны диспергации к зоне аккумуляции. Этот процесс осуществляется несколькими путями. В данном случае наиболее общее значение имеет процесс денудации горных сооружений и возвышенных элементов рельефа, сложенных этими породами.

Исследования геологов (Лукашевич, 1932) показали, что породы гор, окружающие подгорные равнины Азербайджана, являются очень рыхлыми и легко подвергаются выветриванию. Продукты их разрушения уносятся далеко в глубь равнины поверхностным стоком. Это способствовало образованию глубоких ущелий и обнажению коренных пород. Здесь в сильнейшей степени проявляются карстовые и суффозионные процессы, создающие иногда провалы, воронки, подземные русла и пр.

Во время дождей по поверхности текут воды «диких» ручьев и селевых потоков, несущих массу муты, грязи и камней, что также способствует обнажению и выходу на дневную поверхность соленосных отложений горных сооружений. Мощность этих отложений в условиях горных хребтов, окружающих подгорную равнину Сиазань-Сумгайтского массива, Боздагскую подгорную равнину и делювиальные склоны Ширванской степи, по нашим наблюдениям, местами доходит до десятков метров и в них содержится большое количество легкорастворимых солей. Лабораторные анализы показали (табл. 8), что плотный остаток водной вытяжки из этих пород в большинстве случаев превышает 2-4%. В составе солей преобладают сульфат и хлорид натрия. В условиях Хараминского массива содержится и нормальная сода.

Как показали результаты наших исследований, в засолении верхнего слоя почв шлейфовой части района играют роль извеси делювиальных потоков. Принесенные с засоленных пространств и подвергающиеся кратковременному воздействию

<sup>6</sup> Водные вытяжки, сделанные из нескольких образцов соленосных отложений горной части равнины Богаз, являющейся частью Сиазань-Сумгайтского массива, по данным И.А.Шульги (1938), показали довольно большое количество солей в них (порядка 10-30% плотного остатка) при хлоридно-сульфатно-натриевом составе.

воды, этизвеси содержат значительное количество растворимых солей внутри микроагрегатов (табл. 9).

Таблица 8

Солевой состав пород (%) возвышенной части подгорных равнин Азербайджана\*

Возраст пород	Глубина, м	Плотный осстаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
<b>Сиазань-Сумгайтский массив</b>									
Третичный период	3,0—3,5	2,224	нет	0,026	0,126	1,346	0,017	0,012	0,694
	5,0—5,5	3,356	•	0,020	0,257	1,958	0,116	0,021	0,939
	6,5—7,0	3,896	•	0,020	0,422	2,090	0,149	нет	1,112
	7,5—8,0	4,857	•	0,020	0,471	2,798	0,116	0,029	1,463
Четвертичный период	0,0—0,8	3,318	•	0,031	0,077	1,934	0,027	0,011	0,939
	0,0—0,2	2,324	•	0,020	0,214	1,230	0,267	0,026	0,332
	0,0—0,2	2,072	•	0,024	0,183	1,181	0,270	0,044	0,271
	0,0—0,2	0,712	•	0,029	0,179	0,255	0,011	нет	0,237
<b>Хараминский массив</b>									
Четвертичный период	0,0—0,05	1,666	нет	0,061	0,043	1,023	0,020	0,004	0,510
	0,05—0,17	3,002	•	0,056	0,502	1,305	0,023	0,009	0,928
	0,17—0,34	1,669	следы	0,067	0,379	0,582	0,020	0,007	0,517
Четвертичный период	0,0—0,03	1,176	0,001	0,031	0,153	0,446	0,043	0,003	0,276
	0,03—0,25	2,420	0,001	0,052	0,922	0,457	0,057	0,072	0,749
	0,25—0,50	2,032	0,002	0,038	0,738	0,487	0,017	0,011	0,651
	0,50—0,75	2,196	0,001	0,034	0,848	0,464	0,029	0,017	0,711
	0,75—1,00	2,004	0,002	0,035	0,702	0,411	0,029	0,016	0,605
	1,00—1,25	1,892	0,002	0,045	0,591	0,468	0,043	0,006	0,574

\* Аналитик А. М. Кадыров

Аккумулированные в толщах осадочных пород легкорастворимые соли вовлекаются межпластовыми подземными водами в циклы миграции (Ковда, 1946). К источникам солей можно отнести также родниковые и нефтяные воды. Их выходы на дневную поверхность очень часты на возвышенных частях массивов и в долинах и содержат достаточно большое количество легкорастворимых солей (табл. 10). Стекая на равнину, они пропитывают почвогрунты и засоляют их.

В Сиазань-Сумгайтском массиве эти воды в основном содержат карбонат, бикарбонат и хлорид натрия, в других местах они отличаются содержанием сульфата и хлорида натрия.

Другим весьма существенным фактором обогащения легкорастворимыми солями транспортируемых поверхностными водами материалов являются продукты грязевых вулканов и грифонов. Слоны и водоразделы некоторых хребтов, окружающих подгорные равнину Азербайджана (Ленгебиз, Харами, Дуровдаг, Кюровдаг, Мишовдаг, Кюрангя, Бабазанан и ряд других) изобилуют грязевыми вулканами и грифонами. Выброшенная ими жидккая грязевая масса содержит большое количество легкорастворимых солей, в основном хлористого натрия (табл. 11).

Таблица 9

**Содержание и состав солей в продуктах сноса делявиальных  
потоков на Хараминского массива (%/мэкв)**

Глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
0 - 5	0,392	0,001 0,04	0,048 0,73	0,025 0,71	0,158 3,29	0,010 0,48	0,012 0,95	0,077 3,35
0 - 4	0,564	0,004 0,14	0,043 0,70	0,117 3,27	0,143 2,98	0,019 0,95	0,013 1,00	0,130 5,70
4 - 7	0,444	нет	0,034 0,56	0,036 1,02	0,191 3,98	0,029 1,43	0,003 0,24	0,080 3,89
7 - 11	0,388	0,005 0,18	0,061 1,00	0,058 1,63	0,109 2,27	0,014 0,71	нет	0,75 3,28
0 - 6	0,758	0,001 0,04	0,033 0,54	0,290 8,17	0,166 3,46	0,029 0,43	0,003 0,24	0,264 11,49
0 - 5	1,063	0,002 0,08	0,061 1,90	0,365 10,29	0,233 4,85	0,019 0,95	0,012 0,95	0,300 15,24

Таблица 10

**Солевой состав межпластовых вод (нефтяных и родниковых)  
в возвышенных частях подгорных равнин Азербайджана (г/мэкв на 1 л)\***

Место взятия пробы	№ сква- жин и родников	Плот- ный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
<b>Сиазань-Сумгантский массив</b>									
Заброшенные нефтя- ные скважины, беспре- рывно выбрасывающие глубинные воды с выхо- дом горючих газов	1 26,00	9,368 0,442	0,780 14,72	2 396 26 80	39,12 103,95	3 690 3,616	0,58 0,025	0,020 0,020	нет 0,99
	2 14,72	9,064	0,442	2,855	26,80	102,7	1,21 10,521	0,99	3,305 143,76
	3 3,70	3,112	нет	0,226 3,70	1,169 30,10	0,806 16,79	0,035 1,73	0,048 3,98	1,032 44,37
	4 4 80	31,488	*	0,293 4 80	11,79 332,151	6,928 44,31	0,497 49,454	0,589 8,46	8,817 33,35
<b>Кировдагский массив</b>									
	1 1,84	21,056	нет	0,113 339,43	12,040 2,33	0,112 15,23	1,289 6,4	0,175 4,44	7,248 315,15
<b>Хараминский массив (хребет Ленгебиз)</b>									
Родник в ущелье Яса- мал-Кобу	1 0,20		нет	0,012 0,20	0,252 7,10	13,083 272,10	2,600 130,0	0,721 59,10	2,077 90,30
Родник у истока Яса- мал-Кобу	2 2,44	5,694	*	0,149 2,44	1,098 30,93	2,582 53,80	0,187 9,35	0,106 8,72	1,189 6,10
Родник у с. Ленгебиз	3 4,64	2,040	*	0,233 4,64	0,414 11,67	0,732 15,23	0,131 6,4	0,054 4,44	0,473 20,56
Первый родник у с. Керкеч	4 3,99	2,163	*	0,244 3,99	0,427 12,05	0,780 16,22	0,119 5,94	0,035 2,00	0,539 23,42
Второй у с. Керкач	5 2,06		*	0,126 2,06	1,614 45,61	2,472 51,43	0,372 18,54	0,116 9,54	1,681 70,92

\* Аналитик О. И. Кесарева

Таблица 11

## Содержание в состав солей и продуктах выброса грязевого вулкана (%/мэкв)

Место взятия образцов	Глубина, см*	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
Сиазань-Сумгайтского массива									
Свежие выбросы из кратера	--	34,240	нет	1,449 23,76	19,365 545,49	0,016 0,553	0,020 0,99	0,187 15,41	12,723 553,18
Порода верхней части склона	0—8	5,632	0,020 0,68	0,017 0,34	3,001 84,82	0,045 0,94	0,010 0,99	нет	1,967 85,11
	8—20	3,356	0,007 0,04	0,035 0,60	1,761 49,60	0,107 2,23	0,015 0,74	—	1,196 52,01
	20—37	1,836	0,014 0,48	0,037 0,72	0,819 23,07	0,062 1,29	0,005 0,25	—	0,582 25,31
Порода шлейфовой части склона	0—5	4,468	0,014 0,48	0,034 0,56	2,562 72,16	0,066 1,375	0,005 0,25	0,015 1,23	1,681 73,10
	5—20	1,328	0,007 0,24	0,046 0,76	0,675 19,01	0,045 0,937	0,007 0,37	0,020 1,61	0,436 18,97
	20—30	0,592	0,010 0,32	0,073 0,20	0,2 7,7	0,037 0,771	0,007 0,37	0,001 0,12	0,216 9,42
	30—40	0,756	0,010 0,32	0,078 1,078	0,2 9,6	0,062 1,29	0,005 0,25	0,001 0,12	0,210 9,15
Хараминский массив (хребет Лебиз)									
Свежие выбросы из кратера грязевого вулкана Ахтарма-Пашалы		12,980	0,660 2,20	0,537 8,80	7,10 200,0	0,032 1,67	0,190 9,50	0,072 6,000	4,512 196,17

\* Аналитик О. И. Кесарева.

Из сказанного очевидно, что горная страна, окружающая подгорные равнины Азербайджана, обладает материалами, в достаточной степени обогащенными легкорастворимыми солями. Поэтому есть полное основание считать, что в современном засолении почв делювиальных равнин Азербайджана главное значение имеет поступление солей с окружающих равнину горных сооружений.

## 2. Эоловый круговорот солей

В передвижении и накоплении солей на поверхности почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления немаловажное значение имеет и эоловый круговорот солей. Влияние этого фактора особенно ощутимо на тех массивах, которые расположены ближе к морскому побережью (Сиазань-Сумгайтский, Бабазананский, Кюровдагский, Хараминский), где господствуют сильные ветры,

переходящие нередко в шторм и уносящие верхний рыхлый слой почв. В связи с этим поверхность сухих солончаков, покрытия рыхлой нескрепленной пылевидной массой тонких кристалликов солей, естественно, является источником солей. Подобное явление наблюдал автор настоящей работы<sup>7</sup>.

По мнению Г.Н.Высоцкого (1930), пыльные бури являются одним из существенных источников снабжения полупустынно-степных областей солями. Точку зрения Г.Н.Высоцкого поддерживал и ряд других исследователей (Коссович, Неструев, Димо, Иванова и др.). Исследования С.И.Тюремнова (1927), В.Р.Волобуева (1940) и других в Азербайджане показали, что местное развеивание и перенос солей с солончакового участка имеют существенное значение в засолении прилегающих к нему территорий. Это установлено также наблюдениями А.Н.Розанова и В.А.Ковды (1946) в Фергане и Голодной степи.

В.А.Ковда (1946), оценивая материалы о притоке солей из атмосферы, приходит к выводу, что атмосферные осадки и оседающая из атмосферы пыль вносит в почву как малорастворимые соли – углекислый кальций и гипс, так и легкорастворимые – хлористый и сернокислый натрий и магний.

В районах, богатых солончаками и соляными озерами, в областях, близко расположенных к берегу моря и находящихся под воздействием сильных ветров (таковы, например, Сиазань-Сумгaitский массив и делювиальные равнины Юго-Восточной Ширвани), эоловый транспорт и привнос солей могут достигать весьма больших величин, способствуя тем самым увеличению запасов солей, а иногда вызывая резко выраженное местное засоление почвенного покрова. Подсчеты некоторых ученых (Кларк, 1911; Усов, 1940; Ковда, 1946; Алекин, 1953 и др.) показали, что количество хлористого натрия в эловом круговороте особенно возрастает в районах засушливых и близко расположенных к морю.

Брук при сильном западном ветре 70 км от берега Англии наблюдал появление на стеклах надета солей около 0,1 г на 1 м<sup>2</sup> поверхности. Вильсон установил в тех же условиях (на расстоянии 80 км от берега) до 186 мг/л хлора на 1 м<sup>2</sup> поверхности, что соответствует выпадению 9 кг/га хлора. В северной Голландии де Брюин во время шторма отметил содержание хлора в осадках до 30 мг/л (цит. по Алекину, 1953).

Среднее годовое содержание ионов Cl в атмосферных осадках в 30 км от Лондона составляет 2,01 мг/л, что соответствует поступлению в почву 16,2 кг/га. В Чичестере это количество повышается до 3,25 мг/л или до 27,5 кг/га солей (Алекин, 1953).

Исследования Я.Витына (1911), проведенные в 1910г., показывают, что примерно такое же количество хлора содержится в атмосферных осадках, выпадающих в Европейской части СССР. Вообще количество хлора в осадках, выпадающих на территории СССР, оказывается более или менее равномерным.

Исследование приноса морских солей ветром на побережье Каспийского моря провел Л. К. Блинов. Им было найдено, что при скорости ветра 6 м/сек через каждый погонный километр береговой линии, с моря в сутки приносится 52 м солей, а при скорости ветра 10 м/сек – до 185 м. Вынос столь значительного количества со-

<sup>7</sup> Во время экспедиции в Сиазань-Сумгaitский массив 5 июля 1961 г., в результате штормового ветра пыльные бури охватили всю северо-западную полосу Прикаспийской низменности. Видимость упала до 3-5 м. Буря продолжалась 10-12 ч. После ее прекращения на поверхности земли обнаружились осадки, принесенные ветром, в среднем толщиной 3-5 мм.

лей происходит только при сильных ветрах. В нормальных условиях принос солей ограничивается сравнительно небольшой береговой зоной. По наблюдениям С. В. Добролонского и П. Б. Вавилова, крупные частицы морской воды оседают в пределах 200-250 м от берега, а дальше содержание солей становится более или менее постоянным.

На основании анализов 132 проб, собранных в 40 пунктах Советского Союза, Е. С. Бурксер, Н. Е. Федорова и Б. Б. Зайдис (1952), изучавшие состав атмосферных осадков в период 1948-1952 г., установили пестрый химический состав атмосферных осадков на территории СССР. Наибольшую минерализацию атмосферные осадки имеют в районах, расположенных вблизи моря и солевых водоемов (Аральское море и оз. Эльтон).

Мы попытались подсчитать вынос солей со стороны Каспийского моря. Принимая среднюю годовую скорость ветра равной 5 м/сек, а суточный вынос солей для Сиазань-Сумгайтского массива, делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани<sup>8</sup> приближающимся к 20 т на 1 км<sup>2</sup>, можно допустить, что в течение года с моря на сушу через каждый километр береговой линии выносится около 7500 т солей, большая часть которых, вероятно, представлена хлоридами.

В отношении эолового привноса сернокислых солей следует отметить, что их количество в сильной степени зависит от близости больших городов и промышленных центров, являющихся поставщиками SO<sub>3</sub> для воздуха. Это подтверждается, как отмечает О. А. Алекин (1953), и тем, что наибольшее содержание SO<sub>3</sub> наблюдается вблизи больших городов в зимние месяцы, что можно поставить в связь с усиленным отоплением углем. Т. Имасеки (1930), изучавший состав атмосферных осадков в Японии, установил, что в районах г. Токио на один гектар поверхности земли с атмосферными осадками ежегодно поступает более 130 кг SO<sub>3</sub>, более 30 кг Cl и до 17 кг азотистых соединений. Он объясняет это близостью к промышленным центрам.

Исходя из этого, необходимо допустить, что немаловажным источником поступления в атмосферу легкорастворимых солей (сульфат и хлорид натрия) в районах делювиальных равнин Азербайджана являются такие крупные промышленные города, как Баку, Сумгайт, Карадаг и другие, расположенные у берега Каспийского моря, со стороны которого на сушу почти во все времена года дуют ветры, уносящие с собой отходы крупных заводов, перерабатывающих сернистые, хлористые и натриевые соединения. В частности, атмосфера, окружающая г. Сумгайт, очень сильно насыщена этими соединениями.

Хотя мы и не располагаем аналитическими данными о составе взвесей атмосферного воздуха, эоловый круговорот солей имеет в засолении почвогрунтов делювиальных массивов заметное значение.

<sup>8</sup> Средняя многолетняя годовая скорость ветра для метеостанций, расположенных в этих районах, составляет: Аштерон-маяк – 8,7; Сумгайт – 7,1; Гильгильчай – 5,4; Низовая пристань – 4,5; Пута – 7,0; Аляты – 4,2; Сальяны – 3,0; Кази-Магомед – 4,7 м/сек.

## ГЛАВА V

### ФАКТОРЫ СОЛЕВОЙ МИГРАЦИИ

Из сказанного в предыдущей главе совершенно очевидно, что горные системы, к которым причленены делювиальные равнины Азербайджана, сложены породами, обогащенными легкорастворимыми солями. Поэтому имеются достаточные основания считать, что в современном засолении почв делювиальных равнин Азербайджана главную роль играет принос солей с прилегающих горных сооружений Большого и Малого Кавказа водами поверхностного стока.

#### *I. Поверхностный сток*

Для того, чтобы получить необходимое представление о количестве приносимых с делювиальными и делювиально-пролювиальными потоками солей, мы провели экспериментальные исследования для выявления условий их формирования и величины стока на отдельных массивах делювиальных равнин Азербайджана. Выявлена степень минерализации и химический состав делювиальных вод. Проведены эксперименты по установлению возможности передвижения подвешенной влаги, образующейся под влиянием делювиальных потоков и атмосферных осадков.

**Формирование и учет делювиальных потоков.** Основным источником формирования делювиальных потоков в условиях подгорных равнин Азербайджана являются воды атмосферных осадков, в частности, ливневых. В связи с редкой повторяемостью и случайностью ливней осадки обложного характера имеют преобладающее значение в формировании делювиального стока. Такие осадки при своей относительной продолжительности способны создавать насыщение почв водосборного бассейна, что сильно повышает коэффициент стока.

Количественные показатели поверхностного стока являются наименее исследованными. Из гидрологической литературы известен ряд методик вычисления стока по метеорологическим данным. Широкое применение нашли формулы Пенка (1897), Уле (1903), Келлера (1906) и других, устанавливающие зависимость годового стока от осадков. Шрейбер (цит. по Львовичу, 1945) дал формулу, учитывающую, кроме влияния осадков, параметр, который, как показали исследования М. А. Великанова (1937), представляет собой величину максимального возможного испарения с поверхности водосборного бассейна. На основе этого уравнения для расчета годового стока М. А. Великановым предложен метод квази-констант. Э. Ольдекоп (1911) доказал, что потери стока на испарение находятся в тесной зависимости

от дефицита влажности воздуха. В результате дальнейших исследований этого вопроса М. А. Великановым и Д. А. Соколовским (1928) была предложена формула для определения среднего коэффициента стока в зависимости от дефицита.

Многие из упомянутых зависимостей разработаны применительно к частным условиям и не проверялись в различных ландшафтных условиях. В работе В. В. Вундта (1937), посвященной исследованию соотношения между стоком, осадками, испарением и температурой воздуха, предложена кривые, дающие возможность использовать их для приближенных определений стока в тех областях суши, для которых имеется очень мало данных фактических наблюдений. В исследованиях Вундта не учитывается влияние местных особенностей, таких как геологическое строение, рельеф, характер почвы и т.д.

Как отмечает М. И. Львович (1945), графики Вундта, как и другие методы расчета годового стока по метеорологическим данным, дают сток, который может быть назван «климатическим», так как зависит от климатических факторов (осадков и температуры воздуха). Известно, однако, что при формировании поверхностного стока огромное значение имеют еще такие факторы, как фильтрационная способность почвогрунтов, величина фильтрации, уклон, растительный покров местности, интенсивность выпадения осадков и др. Эти факторы, в частности фильтрация, особенности почвогрунтов, уклон местности и интенсивность дождя, являются значимыми при количественном определении поверхностного стока.

Как указывает Р. Е. Хортон (1933), поверхностный сток есть часть дождевых осадков, которая не поглощается почвой. А. А. Роде (1963) отмечает, что количество стекающей воды определяется соотношением интенсивности поступления ее на поверхность почвы и интенсивности инфильтрации последней, т.е. зависит и от водопроницаемости почвы.

Рядом ученых (Лопатин, 1930; Кунин, 1932; Минервин, 1935; Ахмедсафин, 1947) были предприняты попытки дать количественную оценку временного поверхностного стока для таирных пространств Средней Азии. Однако эти оценки строились также на косвенных данных. В этом отношении заслуживают внимания исследования, проведенные В. В. Богдановым (1949, 1950, 1954), который экспериментально показал зависимость величины стока не только от общего количества осадков, но и от их характера, распределения во времени и интенсивности. Помимо этого, им приняты во внимание механический состав пород, растительность и другие факторы. Работы, в которых учитывались бы все отмеченные факторы, являются единичными. По Азербайджану таких работ нет вообще.

Для экспериментального выявления условий формирования величины поверхностного стока в условиях делювиальных равнин Азербайджана мы пользовались методом искусственного дождевания. С этой целью был изготовлен дождеватель, описанный Г. П. Сурмач (1962)<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Прибор имеет следующие технические данные: покрываемая дождем площадь равна  $0,6 \text{ м}^2$  ( $1 \times 0,6$ ), крупность капель варьирует от 2,5 до 3,5 мм, высота их падения равна 1,5 м, конечная скорость падения капель составляет около 540 см/сек. Основная рабочая часть прибора – сито с загнутыми кверху краями (размер  $1 \times 0,6 \text{ м}$ ) на оцинкованного железа. В нем через каждые 4 см (по длине и ширине) просверлены отверстия диаметром 2,8 мм, куда вставляются металлические каплеобразователи диаметром 2,5 мм. Различная интенсивность дождя достигается путем поддержания в сите разного уровня воды, которая поступает самотеком из баттка, установленного на высоте 2 м, и регулируется краном на конце шланга. Перед началом дождевания площадку ограждают посредством врезания в почву железных ножей на глубину 7,8 см, а на металлический каркас навешивают полог для защиты от ветра.

При выпадении дождя мелкими каплями вода просачивается в почву лучше, вследствие чего сток уменьшается: наоборот, выпадение дождя в виде крупных капель увеличивает сток. Поэтому мы стремились воспроизвести дождь по возможности такого характера, который обычно имеет место в природных условиях делювиальных равнин Азербайджана.

Полевые экспериментальные исследования проводились в условиях Кюровдагского, Хараминского, Сиазань-Сумгaitского массивов и на делювиальной равнине Мильской степи, являющихся наиболее характерными объектами для подгорных зон Азербайджана. В опытах потеря воды на испарение нами не принималась во внимание, поскольку процесс формирования и добегания стока по существу совпадает с периодом выпадения осадков, в течение которого, естественно, испарение существенно проявиться не может.

В результате экспериментов было установлено, что коэффициент поверхностного стока в условиях Сиазань-Сумгaitского массива при крутизне склона 0,52 колеблется в зависимости от интенсивности дождя и количества выпадающих осадков. Малый коэффициент отмечен при небольшой интенсивности дождя и малом количестве осадков. С их увеличением сток возрастает. Так, для осадков  $<10$  мм при различной интенсивности дождя коэффициент стока колеблется в пределах 0,57-0,71, а осадки в пределах 10-20 мм дают коэффициент 0,73-0,77. Для осадков выше 20 мм коэффициент несколько возрастает (около 0,80).

Исходя из полученных нами данных, можно считать, что коэффициент стока в условиях Сиазань-Сумгaitского массива в среднем составляет для осадков меньше 10 мм около 0,6, для осадков с суммой 10-20 мм – около 0,7 и для осадков более 20 мм – 0,8.

В известной мере сходные результаты получены в опытах на Кюровдагском массиве. Здесь осадки 10 мм и 10-20 мм дают примерно такие же коэффициенты стока, какие зафиксированы для Сиазань-Сумгaitского массива; лишь осадки выше 20 мм показали несколько меньшую его величину (0,77). Отмечаются и некоторые различия в количестве осадков, израсходованных до начала стока (для насыщения почвы).

Данные табл. 12 показывают, что при одинаковой интенсивности дождя и сумме осадков в условиях Кюровдагского массива для формирования стока требуется намного больше влаги, чем на Сиазань-Сумгaitском массиве. Так, если в условиях Сиазань-Сумгaitского массива для формирования стока при величине осадков меньше 10 мм, 10-20 мм и больше 20 мм потребовалось в среднем соответственно 2,7; 3,4 и 4,9 мм осадков, то на Кюровдагском массиве, имеющем крутизну склона в три раза большую, требовалось соответственно 3,3; 4,2 и 4,6 мм. Это явление мы склонны объяснить тем, что на формирование стока оказывает влияние столько крутизна склона (в пределах до  $5^0$ ), сколько механический состав, степень солонцеватости и другие свойства почвы.

Дождевание на Хараминском массиве показало, что здесь сумма осадков, необходимая для начала формирования стока, несмотря на большую крутизну склона ( $1^058'$ ), оказывается существенно большей. Для осадков меньше 10 мм она составляет в среднем 4,2 мм, при осадках 10-20 мм увеличивается до 4,9. Осадки выше 20 мм по сравнению с данными, полученными на других массивах, значительной разницы не показали.

Таблица 12

Характер образования поверхностного стока при искусственном дождевании  
в условиях подгорных равнин Азербайджана (май 1963 г.)

Объекты исследования и характер участка	Крутизна склонов	Продолжительность дождя, мин	Интенсивность дождя, $м/мин$	Сумма осадков, $мм$	Сток		
					Слой впитавшейся воды до наступления стока, $мм$	Слой, $мм$	Коэффициент Средн. коэф. для каждого интерв. осадк.
Сиазань-Сумгайтский массив Участок покрыт единичными кустиками полыни и злаков. Следы недавнего поверхностного стока	$0^{\circ}52'$	3	2,3	7	2,94	4,06	0,57
		2	3,5	7	2,36	4,64	0,66
		4	2,5	10	2,90	7,10	0,71
		4	3,0	13	3,20	8,80	0,73
		5	3,2	13	3,32	9,68	0,74
		5	3,2	16	3,72	12,28	0,77
		8,5	3,1	26	4,89	21,11	0,81
Кюровдагский массив	$1^{\circ}56'$	4	2,0	8	3,58	4,42	0,55
		4	2,5	10	3,22	6,78	0,68
Отмершие эфемеры	"	6,3	2,4	15	4,20	10,80	0,72
		9	2,9	26	4,63	21,37	0,77
Хараминский массив Отмершие эфемеры и живая полынь	$1^{\circ}58'$	4	1,8	7	4,81	3,19	0,46
		4	2,0	8	3,99	4,01	0,50
		2,5	3,2	8	3,56	4,44	0,55
		5	3,2	8	3,56	4,44	0,55
		4	2,2	9	4,38	4,62	0,51
		7	1,8	13	5,38	7,62	0,58
		7	2,0	14	4,94	9,06	0,64
		7	2,1	15	4,96	10,04	0,66
		10,5	2,2	23	4,98	18,02	0,78
		8	3,0	24	4,60	19,40	0,81
Мильская подгорная равнина	$0^{\circ}56'$	7	2,3	16	10,04	5,96	0,37
		5,5	2,9	16	9,38	6,62	0,41
		8	3,2	16	9,36	6,64	0,41
Отмершие эфемеры и очень редкие кустики полыни	"	8,5	2,8	25	12,10	12,90	0,52
		9	3,1	28	12,80	15,20	0,54

Коэффициент стока на этом массиве несколько уменьшен, особенно по первым двум интервалам осадков (соответственно 0,50 и 0,65). Осадки свыше 20  $мм$  и в данном случае дают большую величину коэффициента стока (около 0,8).

Весьма специфичные данные получены для Мильской подгорной равнины.

Здесь как сумма осадков, необходимая для формирования стока, так и коэффициент стока отличаются от полученных на предыдущих массивах. Осадки меньше 10  $мм$  стока здесь не дают. Из осадков 10-20  $мм$  около 9,5  $мм$  в среднем расходуется на насыщение почвы, а из осадков выше 20  $мм$  на насыщение тратится более 12  $мм$ . Коэффициент стока поэтому оказывается незначительным – около 0,4 для осадков в интервале 10-20  $мм$  и 0,5 для осадков выше 20  $мм$ .

Таким образом, если сравнить данные по Мильской степи с данными по Сиа-зань-Сумгайтскому массиву (для склонов одинаковой крутизны), то в количестве осадков, необходимых для формирования стока, разница будет более чем в три раза. Несколько меньшая разница отмечается в коэффициенте стока, что еще подтверждает наш вывод о том, что механический состав, степень солонцеватости и другие свойства почв оказывают на сток более сильное воздействие, чем уклон.

Напомним, что коэффициенты стока эффективных дождей, способные образовывать сток, нами подсчитаны, в отличие от В. В. Богданова (1954)<sup>10</sup>, с учетом слоя осадков, идущих на предварительное увлажнение почвы, т.е. так, как это обычно принято при подсчете этих коэффициентов.

Таблица 13  
Месячный и годовой поверхностный сток, рассчитанный  
с учетом экспериментальных данных (мм)

Массив	Годы	Месяцы												Год- овое	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Сиазань- Сумгайт- ский массив	1955	0,0	1,9	13,2	20,7	4,1	10,2	0,0	6,5	24,6	P,0	50	6	7,1	138,9
	1956	0,0	8,2	18,8	14,7	11,4	0,0	0,0	0,0	25,7	4,0	73	36	93,7	
	1957	24,4	1,4	12,9	0,0	0,0	4,1	5,3	0,0	0,0	53,5	30,5	36	135,7	
	1958	0,0	11,0	1,9	11,1	7,9	0,6	20,9	2,2	13,2	24,5	14	7	7,1	115,1
	1959	0,0	26,6	26,6	0,8	6,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,8	14	7	14,6	91,8
	1960	1,3	6,5	0,0	3,3	0,6	0,0	0,0	0,0	9,5	9	9	5	4	13,7
	Средний	4,3	9,3	12,2	8,4	5,0	2,8	4,4	1,4	12,2	15	4,20	..	8,8	04,7
Кюровдаг- ский	1955	0,0	6,1	10,7	21,8	13,8	7,8	23,5	0,0	34,1	0,0	25	0	6,6	149,4
	1956	11,7	37,4	41,9	23,0	17,5	0,0	0,0	9,7	20,7	10	9	7	9	23,5
	1957	43,5	6,1	6,2	11,6	4,3	0,0	8,9	0,0	4,8	22,3	6,2	17	3	131,2
	1958	18,3	0,0	0,6	8,7	0,0	13,5	17,1	22,6	0,0	19,4	7	4	26,4	134,0
	1959	0,0	26,3	12,6	0,0	5,2	9,3	0,0	3,1	9,1	11,5	29	6	5	4
	1960	6,7	8,6	8,7	17,9	15,6	0,3	15,6	0,0	0,0	26,5	0	0	14,8	114,7
	Средний	13,4	14,1	13,4	13,5	9,3	5,1	10,8	5,9	11,4	15,1	12,7	..	15,7	140,4
Харамин- ский	1955	0,0	10,1	3,9	18,8	9,6	8,0	0,0	3,4	18,9	0,0	7	6	4,0	84,3
	1956	2,3	22,0	25,3	16,7	9,2	0,0	0,0	3,2	22,4	5,8	0,0	13,4	..	120,3
	1957	4,9	6,6	0,0	2,9	2,1	0,0	6,0	0,0	10,0	14,6	3	7	19,9	60,7
	1958	10,9	0,0	3,1	7,9	2,4	3,2	6,6	5,7	2,8	15,5	4,2	27,1	..	89,4
	1959	0,0	12,1	11,9	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	6,4	22,3	5,7	..	67,0
	1960	4,7	8,4	5,8	22,8	5,5	3,2	14,0	0,0	3,7	39,1	0,0	9,9	..	113,1
	Средний	3,8	9,9	8,3	12,5	4,8	2,4	4,4	2,1	8,4	13,6	6,4	11,7	..	89,3
Мильская подгорная равнина	1955	4,3	0,0	7,2	0,0	0,0	12,7	0,0	4,6	10,1	0,0	7,2	0,0	..	46,1
	1956	4,7	8,3	21,0	13,2	18,9	0,0	0,0	0,0	8,1	6,5	0,0	15,7	..	96,4
	1957	8,1	5,5	6,6	0,0	21,5	0,0	0,0	8,4	0,0	2,5	4,2	0,0	..	56,8
	1958	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	26,2	7,0	6,9	10,1	6	4	7,1	73,8
	1959	0,0	4,8	15,1	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23	8	0,0	63,7
	1960	0,0	0,0	16,1	15,0	0,0	16,0	0,0	0,0	6,4	0,0	4,3	0,0	..	51,8
	Средний	2,8	3,1	11,0	4,7	10,0	6,5	4,4	3,3	5,8	3,2	7,6	3,8	..	66,2

<sup>10</sup> Коэффициенты В. В. Богданова учитывают только дальнейшую потерю воды на дополнительное пропитывание почв, которое происходит после начала стока. Поэтому указанные коэффициенты по отношению к сумме атмосферных осадков и количеству эффективных дождей являются довольно высокими.

Таким образом, исходя из экспериментально найденных коэффициентов стока и используя данные метеорологических станций, характеризующие ход выпадения дождей над прилегающими к ним массивами, мы вывели нормы стока по годам, месяцам и т.д. (табл. 13). При этом использованы те суточные количества атмосферных осадков, которые способны давать сток, т.е. суммы осадков, превышающих количество влаги, необходимое для насыщения почв. Вычисление стока произведено в соответствии с найденными нами коэффициентами стока для каждого интервала осадков. Для пояснения приведем пример: в октябре 1957 г. в Сиазань-Сумгайтском массиве выпало 70,4  $мм$  осадков, способных формировать сток. Из этого количества 26,3  $мм$  приходилось на осадки больше 20  $мм$ , 29  $мм$  – на осадки от 10 до 20  $мм$ , а остальное количество – на осадки меньше 10  $мм$ . Зная это, мы при нахождении величин стока приняли коэффициенты стока для первого случая 0,81, для второго – 0,7, а для третьего – 0,65.

В тех случаях, когда дожди выпадали последовательно во времени (т.е. следуя один за другим в течение двух или более соседних суток) и давали большое количество осадков, превышающее принятые нами интервалы (10, 10-20 и больше 20  $мм$ ), расчет для каждого случая был произведен исходя из соответствующего коэффициента стока. Так, например, над Кюровдагским массивом за два дня августа 1958 выпали атмосферные осадки в сумме 31,4  $мм$  (16,2  $мм$  3 августа, 15,2  $мм$  4 августа). Несмотря на то, что сумма осадков в общей сложности значительно превысила 20  $мм$ , для которых коэффициент стока равен 0,77, мы считали более правильным принять коэффициент стока 0,72 для каждого случая, так как перерыв в выпадении осадков мог повлиять на снижение коэффициента стока.

Переходя к характеристике полученных нами данных по стоку, следует отметить, что в условиях исследованных нами массивов годовой сток составляет достаточно большую величину, особенно для Кюровдагского массива. Здесь среднегодовой поверхностный сток доходит до 14 000  $м^3/км^2$ . Сравнительно низкая величина (6 600  $м^3/км^2$ ) поверхностного стока установлена для Мильской делювиальной равнины (см. табл. 13).

В отношении распределения стока по сезонам года выявляется, что наименьшую сумму стока дают летние месяцы, а наибольшую – весенние и осенние. Для зимних месяцев установлена сравнительно низкая величина стока. Это указывает на преобладание твердой формы атмосферных осадков (снег).

Расчеты показали, что максимум годового стока чаще всего приурочен к максимальной годовой сумме осадков. Однако не всегда в год с большой суммой стока выпадает большое количество осадков. Нередки обратные случаи. Для примера можно привести данные для Мильской делювиальной равнины (метеостанция Ждановск), где в 1956 г. годовая сумма осадков была 336,2  $мм$ , а сток – 56800  $м^3/км^2$ , в 1960 г. соответственно 222,3  $мм$  и 57800  $м^3/км^2$ . Это объясняется тем, что в формировании поверхностного стока основную роль играет не столько сумма атмосферных осадков, сколько характер их выпадения и число эффективных дождей в течение года.

Интересно отметить, что на Хараминском массиве большое число дней со стоком приходится на весенний период года (табл. 14). Однако норма стока в это время года ниже, чем в осенний период года, когда количество дней со стоком меньше. Это говорит о том, что большое число дней со стоком не обязательно должно дать большую сумму стока. Это обстоятельство было установлено также в исследованиях В. В. Богданова (1954).

Таблица 14

## Месячные и годовые количества дней со стоком

Годы \ Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годо- вое
<b>Сиазань-Сумгайтский массив</b>													
1955	0	1	4	3	1	1	0	1	4	0	8	2	28
1956	0	2	4	3	5	0	0	0	1	1	2	1	19
1957	6	2	1	0	0	1	2	0	0	6	4	1	23
1958	1	0	1	2	2	1	1	1	3	5	3	2	22
1959	6	6	6	1	1	1	0	0	0	0	5	4	24
1960	1	2	0	0	1	0	0	0	2	1	1	3	11
Средн.	1,3	2,1	2,7	1,5	1,7	0,7	0,5	0,3	1,8	2,2	3,8	2,2	21,2
<b>Кюровдагский массив</b>													
1955	0	1	3	2	3	1	1	0	2	0	3	2	18
1956	2	4	5	3	3	0	0	2	2	3	1	3	22
1957	5	0	2	2	1	0	2	0	1	3	2	1	19
1958	3	0	0	2	0	2	3	2	0	3	2	4	21
1959	0	2	3	0	2	2	0	1	2	3	4	2	21
1960	2	2	2	4	2	1	1	0	1	3	0	2	20
Средн.	2,0	1,3	2,5	2,1	1,8	1,0	1,2	0,8	1,3	2,2	2,0	2,3	21,2
<b>Хараминский массив</b>													
1955	0	1	1	1	3	2	0	0	3	0	4	1	16
1956	0	3	3	3	3	0	0	1	2	1	0	1	17
1957	2	2	0	1	1	0	1	0	0	2	0	1	10
1958	1	0	1	3	1	1	1	1	0	1	0	3	13
1959	0	3	2	1	0	0	0	0	2	1	4	1	14
1960	1	1	2	5	2	1	1	0	1	2	0	2	18
Средн.	0,7	1,7	1,5	2,2	1,8	0,7	0,5	0,3	1,3	1,2	1,3	1,5	14,7
<b>Делювиальная равнина Мильской степи</b>													
1955	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	1	7
1956	1	1	3	2	3	0	0	0	1	1	0	2	14
1957	2	0	1	1	3	1	0	1	0	3	1	1	14
1958	0	0	0	1	0	1	2	0	1	1	0	1	8
1959	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4
1960	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	1	0	6
Средн.	0,7	0,3	1,2	1,2	1,0	0,8	0,3	0,2	0,7	0,8	0,7	0,8	8,8

Среднегодовые эффективные осадки для Сиазань-Сумгайтского и Кюровдагского массивов достигают 43% годовой суммы; для Мильской делювиальной равнины эта величина не превышает 24%.

В табл. 15 приведены данные о модуле стока, среднее количество воды (в литрах), стекающее в 1 сек с 1  $\text{km}^2$ .

Пределы колебания модуля стока по отдельным массивам невелики. Наибольший модуль стока установлен для Кюровдагского массива (4,47 л/сек с 1  $\text{km}^2$ ), наименьший – для Мильской делювиальной равнины (2,1 л/сек). Средний модуль годового стока для всех исследованных нами массивов составляет 3,1 л/сек с 1  $\text{km}^2$ , что очень близко к данным Б. Д. Зайкова (1946) для этого же района.

Таблица 15

Модуль поверхностного стока с 1 км<sup>2</sup> (л/сек) по годам

Массивы	Годы	1955	1956	1957	1958	1959	1960	Средн. годов.
Сиазань-Сумгантский		4,40	2,97	4,37	3,65	2,91	1,59	3,25
Кюровдагский		4,73	6,44	4,16	4,25	3,55	3,68	4,46
Хараминский		2,67	3,81	1,92	2,83	2,12	3,74	2,73
Подгорная равнина Мильской стеppи		1,46	3,06	1,80	2,34	2,02	1,82	2,08
Средний		3,31	4,07	3,06	3,29	2,65	2,70	3,13

Таблица 16

Суммарный годовой сток в подгорной зоне Азербайджана (тыс. м<sup>3</sup>)

Массивы	Площадь районов делювиального засоления (км <sup>2</sup> )	Среднегодовой сток
Апшеронский	70,7	7402,3
Сиазань-Сумгантский	59,8	6255,8
Юго-Восточный Кубанский	139,2	19543,7
Юго-Восточный Ширванский	61,0	8564,4
Ширванский	124,0	10078,2
Южно-Муганский	98,5	6520,7
Мильский	136,0	9003,2
Карабахский	231,8	17331,2
Кировабад-Казахский	149,6	9603,5
Джейранчельский	29,5	2634,3
Сумма	1100,2	96932,3

Исходя из приведенных данных, мы подсчитали величину суммарного поверхностного стока по районам делювиальных равнин Азербайджана (табл. 16).

Таким образом, среднегодовой сток со всех массивов подгорных равнин Азербайджана составляет около 97 миллионов кубических метров.

Минерализация и химизм делювиальных и делювиально-пролювиальных потоков. Воды поверхностного стока, устремляясь по многочисленным руслам и промоинам по уклону местности, несут с собой огромное количество тонкого взмученного материала и растворенных химических веществ. По пути движения вследствие размыва поверхностных слоев пород и почв, поступления новых порций воды с водосбора химический состав воды непрерывно изменяется, обогащаясь одними компонентами и утрачивая другие.

Таблица 17

Солевой состав подделювиальных и пролювиальных потоков  
подгорных равнин Азербайджана (в 1 л г/мэкв)

Место взятия проб	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
<b>Делювиальные потоки</b>								
<b>Сиазань-Сумгайитский массив (9. IV 1960 г.)</b>								
Верхняя зона	0,312	нет	0,180 2,96	0,036 1,02	0,016 0,33	0,013 0,68	0,006 0,49	0,072 3,14
Средняя зона	1,068	0,024	0,248 0,80	0,152 4,08	0,159 4,28	0,025 3,99	0,013 1,36	0,246 10,68
— — —	1,644	нет	0,248 4,08	0,376 10,61	0,574 10,70	0,034 1,81	0,036 4,61	0,436 18,97
— — —	1,976	0,018	0,517 0,64	0,547 8,48	0,321 15,40	0,021 6,69	0,022 1,13	0,647 28,15
Шлейфовая зона	5,304	нет	0,395 6,48	2,477 69,77	0,407 8,48	0,077 3,85	0,136 11,22	1,602 69,66
<b>Кюровдагский массив (11. V 1962 г.)</b>								
Верхняя зона	0,528	0,030 1,00	0,273 4,48	0,045 1,28	0,023 0,69	0,019 0,99	нет	0,133 5,78
— — —	0,538	1,ст	0,083 1,36	0,207 5,82	0,062 1,29	0,038 1,90	0,002 0,19	0,146 6,38
— — —	0,752	нет	0,224 3,68	0,226 6,36	0,0 6 1,37	0,030 1,52	0,014 1,14	0,201 8,75
— — —	0,968	нет	0,093 1,52	0,292 8,22	0,220 4,8	0,042 2,09	0,014 1,14	0,255 11,09
Средняя зона	0,907	—	0,142 2,32	0,266 7,49	0,197 4,10	0,023 1,15	0,016 1,34	0,263 11,43
— — —	1,394	—	0,078 1,28	0,687 19,34	0,411 8,56	0,107 5,33	0,041 3,43	0,470 20,42
Шлейфовая зона	5,504	—	0,068 1,12	2,311 65,11	0,312 6,49	0,282 14,09	0,116 9,71	1,125 48,95
<b>Хараминский массив (14. IV 1958 г.)</b>								
Верхняя зона	0,007 1,450	0,255 0,24	0,248 4,18	0,436 7,00	0,088 9,71	0,031 4,40	0,234 5,7)	0,234 11,03
— — —	1,640	следы	0,205 3,36	0,386 10,38	0,490 10,20	0,023 1,14	0,002 0,19	0,531 23,11
Шлейфовая зона	5,216	нет	0,102 1,68	1,634 47,44	1,397 29,03	0,343 17,32	0,054 5,33	1,257 55,55
<b>Пролювиальные потоки*</b>								
<b>Ленгебизо-Хараминский массив (14. IV 1958 г.)</b>								
Ортабулаг (Шор-Дарья)	1,715	нет	0,131 2,14	0,305 11,12	0,653 13,71	0,193 5,15	0,063 5,27	0,331 16,55
Безымянная долина № 1	6,354	нет	0,134 2,20	0,245 6,90	0,614 75,00	0,454 22,70	0,172 14,10	1,090 47,41
Ясамал-Ко- бы	1,640	—	0,095 1,53	0,120 3,33	0,354 13,00	0,143 7,15	0,039 5,63	0,233 10,14
Геокляргель	2,154	—	0,244 3,93	0,427 12,50	0,730 16,22	0,119 5,94	0,035 2,90	0,539 23,87
Безымянная долина № 2	2,187	—	0,233 4,61	0,415 11,67	0,332 15,23	0,131 6,11	0,034 4,41	0,473 20,56
Безымянная долина № 3 у с. Пирга- саплы	1,905	0,024 0,80	0,207 3,40	0,142 4,00	0,934 19,37	0,180 9,00	0,066 5,50	0,312 13,57

\* Пробы взяты у выхода на равнину.

Анализы проб вод делювиальных потоков, взятых на отдельных участках различных массивов, свидетельствуют о качественном разнообразии этих вод.

Высокая соленосность продуктов выветривания в возвышенных частях делювиальных равнин Азербайджана способствует сильной минерализации вод поверхности стока территории, окружающей характеризуемые массивы. Содержание легкорастворимых солей в них колеблется от 0,3 до 5 г/л и больше. По мере движения от верхней зоны делювиальных склонов к шлейфовой их части минерализация поверхностных вод постепенно увеличивается (табл. 17). Отмеченная закономерность выявлена для всех исследованных массивов.

Увеличение концентрации делювиальных потоков по направлению к шлейфовой части подгорных равнин Азербайджана обусловлено тем, что воды делювиальных и делювиально-пролювиальных потоков, стекая по направлению к шлейфовой части подгорных равнин, продолжают размывать и выщелачивать слои и благодаря этому еще более увеличивают свою минерализацию.

Следует отметить, что химическая дифференциация делювиальных и делювиально-пролювиальных потоков наблюдается и в пределах отдельных зон и массивов делювиальных равнин Азербайджана. Так, в верхней зоне делювиальных склонов Сиазань-Сумгайтского массива содержание легкорастворимых солей в водах составляет немногим больше 0,3 г/л. Больше половины солей представлено бикарбонатами. Заметно содержание также Cl и Na + K. Воды верхней зоны Кюровдагского массива имеют иной характер. Здесь в связи с более сильной засоленностью исходных материалов наблюдается значительное увеличение минерализации вод (0,53-0,97 г/л), причем  $\text{HCO}_3$  здесь составляет большую величину, хотя не всегда является доминирующим. В более сухие периоды содержание бикарбонатов существенно уменьшается, уступая ионам Cl,  $\text{SO}_4$ .

Иная картина обнаруживается в поверхностных водах Хараминского массива. Воды верхней зоны содержат довольно большое количество солей (втрое больше, чем в поверхностных водах верхней зоны Сиазань-Сумгайтского массива). Среди солевых компонентов доминируют сульфаты, и примерно в таком же количестве содержатся бикарбонаты. Много хлора и щелочей, что связано с солевым составом продуктов выветривания пород горной системы массива (см. табл. 8).

В средней зоне исследованных массивов степень минерализации делювиальных потоков существенно увеличивается и обнаруживаются некоторые изменения в составе компонентов.

В Сиазань-Сумгайтском массиве минерализация делювиальных потоков этой зоны колеблется в пределах 1,07-1,98 г/л. Соли в них в основном представлены гидрокарбонатами, хлоридами и сульфатами натрия. Проба воды, взятая в средней зоне делювиальных склонов Кюровдагского массива, показала также значительную минерализованность (0,9-1,4 г/л) и обогащенность главным образом хлоридом и сульфатом натрия и отчасти сульфатом кальция.

Несколько большая минерализация, чем на Кюровдагском массиве, отмечена для делювиальных потоков средней зоны Хараминского массива. Отличие заключается в том, что в данном случае преобладает сульфат-ион и существенное значение имеет  $\text{HCO}_3$ -ион.

В средней и особенно в шлейфовой зоне делювиальных склонов уклон местно-

сти уменьшается до минимума и поверхностные воды разливаются на обширных территориях подгорных равнин, заполняя разные понижения, разбросанные среди ровных участков. Часть этих вод постепенно просачивается в почву, другая застаяваясь, подвергается испарению, что в свою очередь способствует дополнительному увеличению концентрации вод делювиальных потоков. Вот почему в шлейфовой зоне минерализация вод поверхностного стока, по сравнению с минерализацией в верхней и средней зонах, оказывается весьма высокой. Содержание воднорастворимых солей в водах нижних частей массивов почти во всех случаях превышает 5 г/л. Соли в них представлены, главным образом, хлористым натрием, хотя в большом количестве содержатся также бикарбонат и сульфат натрия. В отдельных случаях обнаруживается также присутствие солей кальция и магния.

Для характеристики химизма вод пролювиальных потоков мы располагаем пробами вод, собранных нами только из ущелий Ленгебизо-Хараминского хребта. Эти воды содержат довольно значительные количества растворимых солей, иногда более 6 г/л (см. табл. 17). Для них характерно повсеместное преобладание в солевом составе сульфата натрия. Воды содержат также в большом количестве хлорид и бикарбонат натрия, а также кальциевые и магниевые соли.

Таблица 18

**Суммарное годовое количество легкорастворимых солей, приносимых поверхностными водами в подгорную зону Азербайджана (м)**

Массивы	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
Апшеронский	152561	666	22549	553008	21393	2518	3479	29913
Сиазань-Сумгайтский	128932	553	19893	43782	18079	2127	2840	24775
Юго-Восточный								
Кобысталский	295892	782	26579	113252	36351	14853	5668	72311
Ширванский	278927	201	24972	77664	78974	15431	4936	100109
Юго-Восточный								
Ширванский	129665	342	11648	49673	15929	6109	2484	31688
Южно-Муганский	56730	326	7629	21518	12693	28691	1304	9325
Мицкий	78328	450	10534	29711	18907	3961	1801	12875
Карабахский	149569	1092	19004	38129	38995	7626	3466	24784
Кировабад-Казахский	80878	605	10564	21128	21608	4225	1920	13732
Джейранчельский	22918	132	3082	8698	5532	1159	527	1132
Сумма	1372400	5149	156539	456650	268471	86982	28425	320044

Таким образом, в отношении минерализации вод поверхностного стока и изменения ее по уклону местности обнаруживается вполне выраженная большая закономерность. При этом выявляются некоторые различия в солевом составе названных вод в пределах отдельных массивов, что в целом связано с характером и составом площади. Так, в подгорной равнине Ширванской степи, где окраинные хребты сильно загипсованы и вообще богаты сульфатами, воды (делювиальные и делювиально-пролювиальные), стекающие с этих хребтов, характеризуются преобладанием

ем сульфатных солей. Формирование щелочно-земельно-карбонатных вод Мильско-Карабахской подгорной равнины находит себе объяснение в том, что окраинная полоса Восточного Карабаха сложена преимущественно известняками верхне-юрского возраста, налегающими на туфогенную толщу.

Исходя из суммарного стока поверхностных вод и степени минерализации последних, мы можем подсчитать количество легкорастворимых солей, транспортируемых делювиальными и делювиально-пролювиальными потоками как на отдельных массивах, так и в целом для всей подгорной зоны Азербайджана, где развиты почвы с делювиальной формой засоления.

Данные табл. 18 показывают, что суммарное количество солей, приносимые поверхностными водами в подгорную зону Азербайджана, оказывается довольно высоким (около 1,4 млн. т, или 1,3 т/га в год)<sup>11</sup>. Среди этих солей доминируют  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Таким образом, становится очевидным, что в современном засолении почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления одним из главных факторов являются воды поверхностного стока (делювиально-пролювиальные потоки). Основная часть этой минерализованной воды в период высоких температур подвергается испарению и способствует соленакоплению в верхних слоях почвы. Просачиваясь в глубь почвы, воды делювиального стока способствуют вымыванию солей, накопившихся в верхних горизонтах. В знойный летний период под влиянием испарения просочившаяся вода частично вновь передвигается вместе с содержащимися в ней солями к поверхности почвы.

Передвижение капиллярно-подвешенной влаги в почве при испарении. Как известно, вопрос о передвижении и испарении капиллярно-подвешенной воды в почвогрунтах является дискуссионным. В этом отношении существуют две противоположные точки зрения. Широкие исследования по передвижению воды в почве проведены А. Ф. Лебедевым (1918, 1936), Н. С. Соколов (1935), А. В. Лыков (1951), Г. М. Костиненко (1951) и другие утверждают, что в условиях сухого климата почва, высыхая с поверхности, иссушается настолько, что в ней прекращается капиллярное поднятие воды к поверхности и тем самым исключается возможность испарения влаги из более глубоких горизонтов почвы.

По указанию некоторых зарубежных исследователей (Ваймайер, 1927; Шоу, 1927), в условиях глубокого залегания грунтовых вод последние не в состоянии подняться до поверхности почвы капиллярным путем, поэтому в этих случаях не может быть потерь влаги из почвы на испарение.

Одним из фактов, приведших А. Ф. Лебедева (1936) к категорическому отрицанию передвижения капиллярно-подвешенной воды, кроме физических законов, было отсутствие поверхностного засоления (при достаточной засоленности глубоких горизонтов) каштановых и черноземных почв, на которых после весеннего промачивания наступает период усиленного испарения.

Выяснению вопроса о передвижении капиллярно-подвешенной воды в почве посвящено немало работ (Урсолов, 1936; Маянов, 1940; Летунов, Музычук и Лапшина, 1912; Большаков, 1946, 1950, 1956; Роде, 1947, 1956, 1963; Буров, 1947, 1951,

<sup>11</sup> Пересчет сделан, исходя из средневзвешенного содержания солей в потоках для отдельных массивов.

1952; Орешкина, 1956 и др.). В них на основании лабораторных и полевых экспериментальных исследований установлена возможность передвижения и испарения капиллярно-подвешенной воды и некоторые закономерности, управляющие этими явлениями.

Экспериментальными работами А. Ф. Большакова, Н. С. Орешкина и А. А. Роде (1956) выяснено, что подвешенная влага в почве передвигается в основном в двух формах. В однородных (не слоистых) песчаных почвах и грунтах эта влага удерживается капиллярными силами в форме разобщенных стыковых скоплений свободной влаги и не передвигается при испарении в жидкой форме. Постепенно испаряясь сверху, она передвигается в высыхающем слое только в форме пара; в остальных случаях, т.е. в слоистых суглинистых и глинистых почвах она способна к передвижению к поверхности испарения в жидкой форме. В зависимости от структурности и механического состава почвогрунтов, существуют три вида передвижения подвешенной влаги в жидкой форме.

В связи с неясностью роли капиллярно-подвешенной влаги в процессах засоления, нами поставлены специальные опыты. Основная задача этих опытов состояла в том, чтобы выявить зону испарения подвешенной влаги из почвы и роль ее в накоплении легкорастворимых солей в почвенном профиле. Опыты по изучению испарения подвешенной влаги проводили в лабораторных условиях по методике. Заключается она в следующем.

Почва, просеянная через сито 1 ми, насыпанная в метровые дюралюминиевые цилиндры диаметром 5 см и уплотненная постукиванием, увлажнялась 0,1 л раствором NaCl таким образом, чтобы нижняя часть столба почвы, мощностью 20-25 см, осталась несмоченной. Это дало нам возможность создать в почвенной колонке запас подвешенной влаги с ограничением смоченной толщи снизу слоем воздушно-сухой почвы. Цилиндры имели прорези шириной 1,5 ми. Первая прорезь была сделана в 1 см, а две последующие — через каждые 2 см от открывающейся поверхности трубки. Все последующие прорези располагались в 5 см одна от другой. Прорези перед опытом были заклеены. После увлажнения цилиндра закрывались крышками с обоих концов и оставлялись на 18 суток, чтобы стекающая влага пришла в равновесие с почвой. Затем открытые цилиндры ставились на испарение.

Для ускорения испарения цилиндры помещались под электрической лампой в 300W, которая поднимала температуру на поверхности почвы до 60-65. Нагрев осуществлялся ежедневно в течение 7 ч. Чтобы нагревалась по возможности только открытая поверхность почвы, цилиндры помещались в ящик и окутывались ватой. После истечения определенного промежутка времени (3, 15, 30, 45, 60 дней) испарение прекращалось и вынимались образцы, в которых определялось содержание влаги и хлор-иона. Перемещение хлор-иона дало нам возможность определить форму движения влаги.

Для опытов использовался верхний горизонт серо-буровой почвы (площадка 231) Кюровдагского массива, полная характеристика которой дается ниже (глава IX). В связи с тем, что опытная почва в исходном состоянии содержала заметное количество легкорастворимых солей, она перед опытом промывалась (декантация).

При постановке наших опытов по передвижению и испарению подвешенной влаги мы учитывали исходный запас влаги в цилиндре после полного стечения гра-

витационной влаги, что было достигнуто оставление цилиндров после промачивания почвы на определенное время (18 суток). Установившаяся при этом влажность колебалась в пределах 32,5-31,5% (в среднем 32%).

Как видно из представленных графиков (рис. 11), передвижение и испарение влаги на смоченной толщи почвы в цилиндрах начинается с момента начала иссушения. При этом в течение первых трех дней испарения содержание влаги в цилиндрах заметно уменьшилось. Резкое снижение влагосодержания отмечено в верхнем 15-сантиметровом слое почвы, где почти 80-90% запаса влаги передвинулось к испаряющей поверхности. В нижележащих горизонтах передвинулось сравнительно меньшее количество влаги.

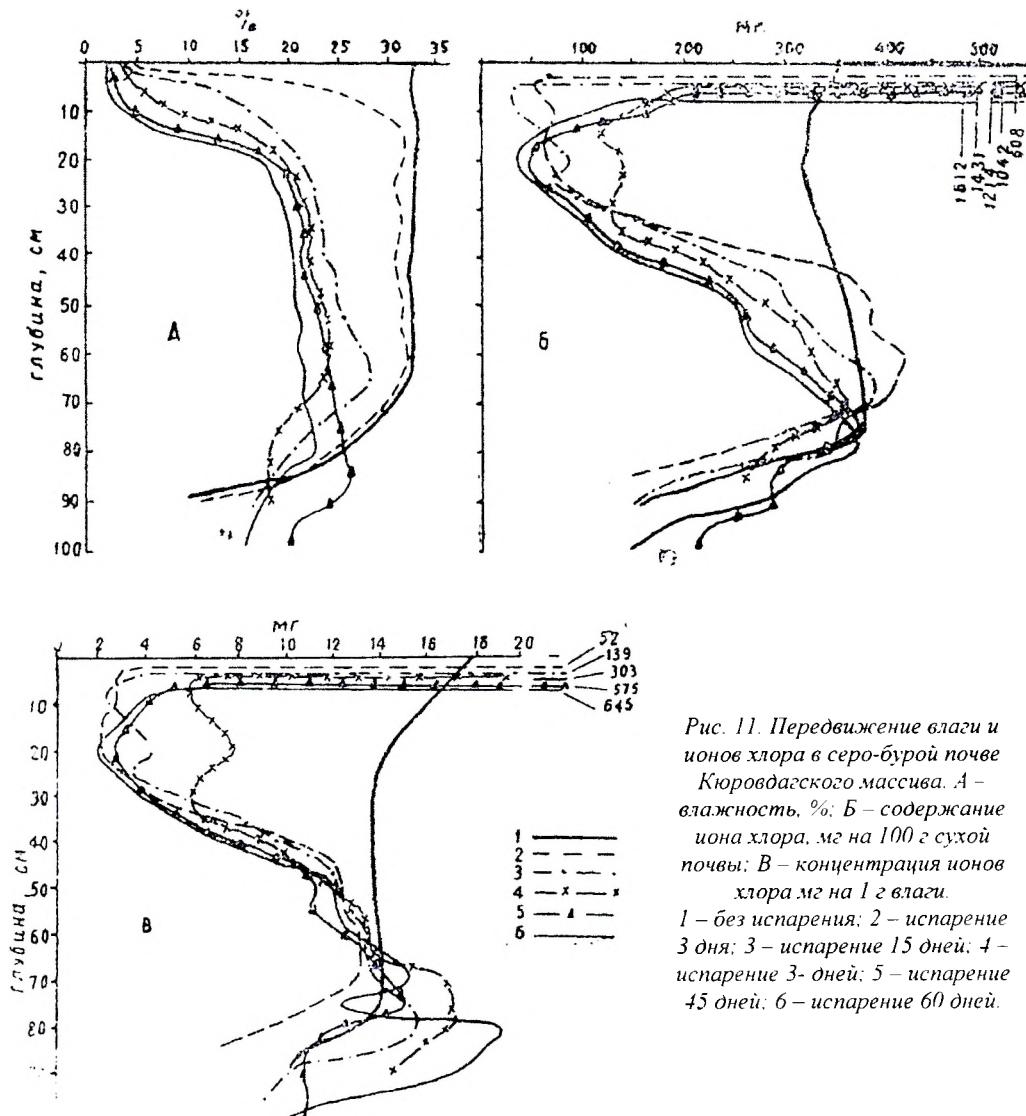


Рис. 11. Передвижение влаги и ионов хлора в серо-буровой почве Кюровдагского массива. А – влажность, %; Б – содержание иона хлора, мг на 100 г сухой почвы; В – концентрация ионов хлора мг на 1 г влаги.  
 1 – без испарения; 2 – испарение 3 дня; 3 – испарение 15 дней; 4 – испарение 3- дней; 5 – испарение 45 дней; 6 – испарение 60 дней.

В следующие 15 дней от начала опыта произошло существенное уменьшение запаса влаги в почвенной колонке. Очень значительное передвижение и испарение влаги наблюдалось по всему цилинду. Испарение в течение последующих 3, 45 и 60 дней вызвало дальнейшее уменьшение влажности также по всему увлажненному слою. Однако в течение этого времени потеря на испарение уменьшилась, причем в каждый промежуток времени терялось почти одинаковое количество влаги.

Обнаруженное развитие процесса иссушения сходно с тем, что наблюдалось для почвы аналогичного механического состава в исследованиях А. Ф. Большакова, Н. С. Орешкина, А. А. Роде (1956). Отличие заключалось в том, что в опытах этих авторов значительная масса воды из всей смоченной толщи передвигалась к верху и испарялась в первый же промежуток времени (1 день испарения), а в наших опытах – во второй промежуток (15 дней).

В наших опытах мы не могли достичь влажности, отвечающей состоянию разрыва капилляров, что, по-видимому, связано с относительно небольшой продолжительностью наших опытов (60 дней), хотя это состояние влажности не было достигнуто также и в опыте указанных исследователей с тяжелым суглинком в больший промежуток времени (100 дней). В последнем случае обнаружена потеря влаги из всей почвенной толщи с несколько убывающей скоростью. К тому же вплоть до сорокового дня от начала опыта продолжалось нарастание мощности верхнего иссушенного слоя и углубление зоны испарения, глубина которой по прошествии 100 дней достигла 18 см (в наших опытах она составляла 20 см).

В опытах влажность разрыва капилляров для легкого пылеватого суглинка оказалась равной 10,5-11%. Мы в своих опытах не могли достичь этого состояния влажности, однако результаты исследований по водно-солевой динамике, проведенных нами на характеризуемой почве, показали (глава VI), что величина эта для серо-буровой почвы подгорных равнин Азербайджана может колебаться примерно в тех же пределах.

Переходя к рассмотрению поведения хлор-иона (см. рис. 11 б), можно отметить, что после каждого срока испарения содержание его в верхней части почвенного столба существенно увеличивалось. В то же время в нижней части промоченного слоя (75-80 см) содержание хлор-иона явно уменьшалось. Резкое уменьшение соле-содержания отмечено в горизонтах, лежащих непосредственно под иссушенным поверхностным слоем вплоть до глубины 40 см. Это же подтверждается и данными по изменению концентрации хлор-иона (см. рис. 11 в) в опытных почвах.

Все это указывает на то, что подвешенная влага в серо-буровой почве делювиальной равнине Азербайджана передвигается из всей содержащей ее толщи к поверхности испарения в жидкой форме. Это в свою очередь, способствует передвижению и накоплению легкорастворимых солей в верхней части почвенного профиля.

Из представленных графиков видно, что основная масса хлор-иона, содержащаяся в почве цилиндра, передвигалась к испаряющейся поверхности в первые 3 дня. Кроме испарения подвешенной влаги, это связано в основном с конвекционно-диффузным процессом. Этим же объясняется увеличение содержания влаги и хлор-иона в нижнем сухом слое почвы цилиндра, где он первоначально отсутствовал. Аналогичные явления отмечены и в опытах А. Ф. Большакова (1946), А. А. Роде (1947) и Д. И. Бурова (1952).

Таким образом, наши эксперименты свидетельствуют, что подвешенная влага, обраzuющаяся за счет атмосферных осадков и делювиальных потоков и характерная для почв делювиальных равнин Азербайджана, под влиянием поверхностного иссушения подвергается испарению и передвижению в жидкой форме, что в свою очередь способствует миграции легкорастворимых солей, накопленных в ранних стадиях почвообразования, из глубинных горизонтов в верхнюю толщу почвенного профиля.

В этих условиях наличие относительно выщелоченных верхних горизонтов почв делювиальных равнин Азербайджана может быть объяснено таким же образом, как объяснила аналогичные явление в черноземной почве Е.А.Афанасьева. В холодные периоды года, когда господствует слабое испарение влаги из почвы, в ней преобладает нисходящий ток воды, растворяющей и уносящей соли в глубь почвенного профиля. В жаркие же периоды года начинается интенсивное испарение влаги с поверхности почвы, когда вместе с влагой к испаряющей поверхности по капиллярам устремляется ток легкорастворимых солей, течение которого прерывается в момент достижения влажности разрыва цилиндров. При достаточной развитости корневой системы растений, характерной для наших почв (Абдуев, 1963, 1964), этот момент наступает значительно раньше, что ограничивает пределы поступления солей в верхний горизонт почвы.

## **II. Роль биологических агентов в движении и накоплении солей в почве**

Вопрос о роли биологических агентов, главным образом растительности, в процессах перемещения и накопления солей освещался в работах многих ученых (Вернадский, 1926; Усов, 1930; Шукевич, 1930; Келлер, 1940; Ковда, 1944, 1946; Виноградов, 1945; Попынов, 1947; Вильямс, 1948; Бизилевич, 1951, 1955; Лагунова, 1955; Родин, 1956 и др.).

Известно, что растительные и животные организмы поглощают из окружающей среды большое количество минеральных веществ закрепляя их в своих тканях, и возвращают их после отмирания и минерализации в окружающую среду. В. Р. Вильямс (1948) считал, что при развитии малого биологического круговорота веществ активное видоизменение соотношений между химическими соединениями в литосфере в особых условиях климата и смены растительных ассоциаций (пустынно-степная и пустынная зоны) приводит к биогенной аккумуляции не только элементов плодородия почв, но и легкорастворимых солей.

Установлено, что роль биологических агентов в миграции солей может быть как механической, так и физиологической. Особенно большое значение, по Е. А. Ратнеру (1958), приобретает физиологическая деятельность растительных организмов.

Известно, что растения накапливают в своих клетках большое количество солей (Васильев, 1935; Ларин, 1963), особенно в засушливых областях. Об этом свидетельствуют приведенные данные, заимствованные из работ Н. И. Базилевич (1955, 1958):

Зоны	Содержание золы (% от веса сухого растения)
Хвойные леса	от 0,7 до 1,7
Лиственные леса	- 1,6 до 7,5
Луговая степь	- 7,0 до 8,0
Эфемерово-полынная пустыня	- 8,0 до 10,0
Галофитная пустыня	- 20,0 до 50,0

Поскольку в пустынной и полупустынной зонах количество атмосферных осадков невелико, соли, образующиеся после разложения растительных остатков, слабо выщелачиваются из почвы и накапливаются в верхних горизонтах. Это указывает, что значение биологического круговорота веществ в миграции солей в почвах полупустыни и пустыни довольно велико.

Как указывает В. В. Егоров (1954), без учета биологического круговорота веществ нельзя правильно понять современные и древние процессы соленакопления на суши и в морях.

Для определения количества легкорастворимых солей, вовлекаемых в биологический круговорот в условиях подгорных равнин Азербайджана, мы нашли нужным, кроме изучения содержания и состава солей в растительных остатках, также выяснить глубину распространения корневой системы галофитов, составляющих основную массу растительного покрова исследованной нами территории, а также запас биомассы (надземной и корневой).

Остановимся прежде всего на характере распределения корневой системы растений и запасах биомассы.

## 1. Характер распределения корневой системы галофитов

Исследованиями в области полупустынь (Дима и Келлер, 1907; Казакевич, 1925; Культиасов, 1925; Кузьмин, 1930; Бейдеман, 1938, 1939; Гурский, 1945; Савинов, 1949; Голодковский, 1951; Лагунова, 1955; Станкова, 1955 и др.) выявлено, что корневая система растений в этих условиях обычно сосредоточена главным образом в слое 0-20 см и не глубже 50 см, т.е. распределение ее определяется глубиной промачивания почвы.

На основании многочисленных раскопок корневых систем солянок и полыни нам удалось установить, что в зависимости от условий местообитания один и тот же вид растений может иметь различную форму и глубину распространения корней. Так, несмотря на принадлежность к одному виду представленных на рис. 12 (4, 14) растений (карган), они в одном случае имели корневую систему мощностью более 2 м с преимущественным развитием стержневого корня, в другом – распространялись лишь в верхнем 40-сантиметровом слое почвы, причем в основном были развиты боковые корни при небольшой длине стержневого (28 см). Это объясняется тем, что в первом случае почвенный профиль характеризуется импермацийным типом увлажнения, т.е. капиллярная кайма грунтовых вод оторвана от почвенного слоя, почва пресная и имеет относительно легкий механический состав. Во втором случае почва характеризуется частым поверхностным затоплением и высо-

кой увлажненностью верхнего слоя, а также большой засоленностью нижней половины метровой толщи. Следовательно, формирование корневых систем галофитных растений, помимо других свойств, прежде всего зависит от водно-солевого режима почв. Доказательством могут служить приводимые ниже примеры.

Поташник каспийский (*Kalidium Caspicum*), распространенный на подгорной равнине Сиазань-Сумгaitского массива, встречается в условиях периодического затопления поверхности излишками сбросных оросительных вод, что способствует высокому (до 20-30%) увлажнению почвенного профиля. Почвы характеризуются относительно невысоким содержанием солей в верхнем 25-сантиметровом слое и большим накоплением их в нижележащих горизонтах. Верхний 15-сантиметровый слой почвы имеет суглинистый механический состав и рыхлое сложение. Глубже плотность почвы увеличивается и она приобретает глинистый характер.

Стержневой корень поташника каспийского (см. рис. 12-13) проходит до глубины 15 см от поверхности земли. Растение имеет мощно ветвящиеся боковые корни, распространяющиеся от стержневого корня на расстояние более 180 см.

Описание корневой системы поташника каспийского в пределах Муганской низменности дано И. Н. Бейдеман (1934), а для условия Мешед-Мессарианской равнине Туркмении – Е. И. Рачковской (1956), И. Н. Бейдеман (1949) относит поташник каспийский к группе фреатофитов и указывает, что он пользуется влагой сильноминерализованных грунтовых вод. По указанию Е. И. Рачковской, в связи с отсутствием до глубины 1,5 м хорошо выраженной зоны водоснабжения стержневой корень поташника каспийского в условиях Туркмении развивался вертикально на большую глубину без существенных боковых разветвлений.

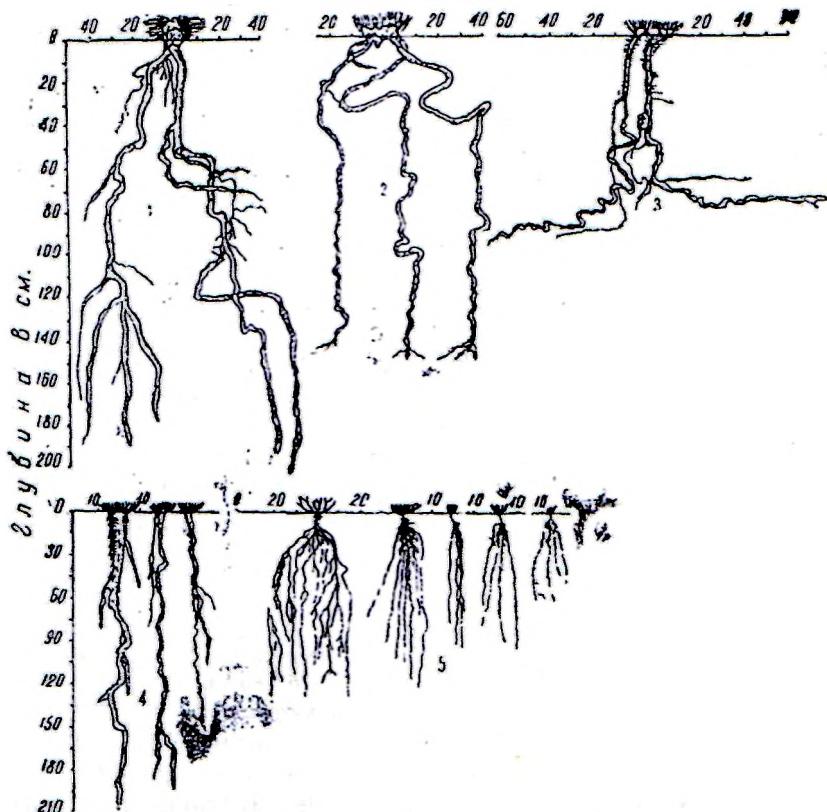
Наши исследования показали, что отсутствие достаточного поверхностного увлажнения при наличии высокого запаса влаги в нижележащих горизонтах, несмотря на сильное засоление почвы, способствует глубокому развитию корневой системы галофитов. Примером может служить солянка содоносная (*Salsola soda*), развивающаяся на серо-бурой сильнозасоленной почве в средней зоне делювиальных склонов Сиазань-Сумгайтского массива. Верхний полуметровый слой этой почвы имеет изменчивый характер увлажнения. Летом влажность почвы падает до 3-5%, к зиме, постепенно увеличиваясь, достигает 20% и больше. Нижележащие горизонты отличаются более стабильным содержанием влаги (содержание ее колеблется в пределах 15-20%).

Солесодержания в 40-сантиметровом слое невелико (в среднем 0,2—0,3%), а нижележащие горизонты характеризуются высоким засолением, достигающим 1,5-2,0% и больше.

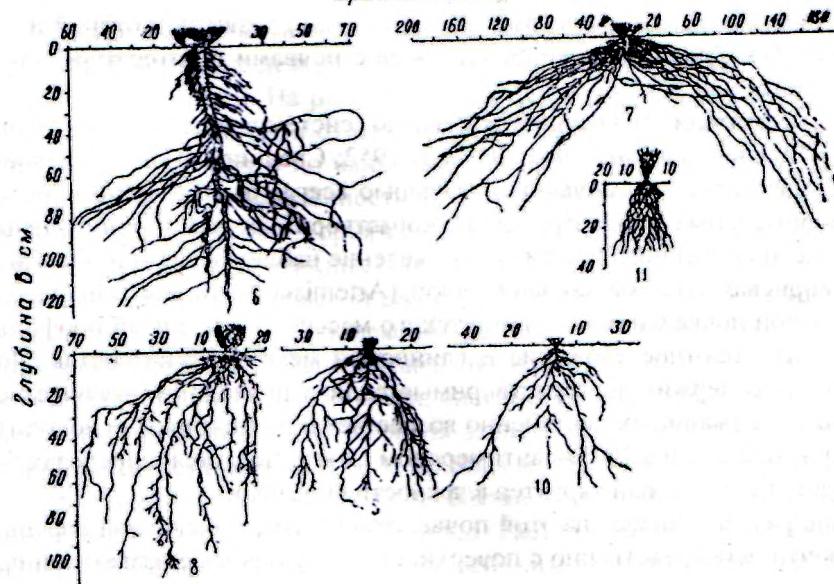
У солянки содоносной раскопками обнаружена мощная корневая система с достаточно глубоким стержневым корнем (см. рис. 12 – 6), который развивался вертикально до глубины 130 см. В верхнем 20-сантиметровом слое стержневой корень имеет массу придаточных корней, служащих для улавливания влаги атмосферных осадков. С глубины 40 см количество придаточных корней уменьшается и появляются боковые.

Почти аналогичным режимом увлажнения и засоления характеризуются серо-бурые солончаковые почвы шлейфовой зоны делювиальных склонов Кюровдагского массива. Шведка мелколистная (*Suaeda microphylla*), произрастающая на данной

Верхняя зона



Средняя зона



## Шлеиффовая зона

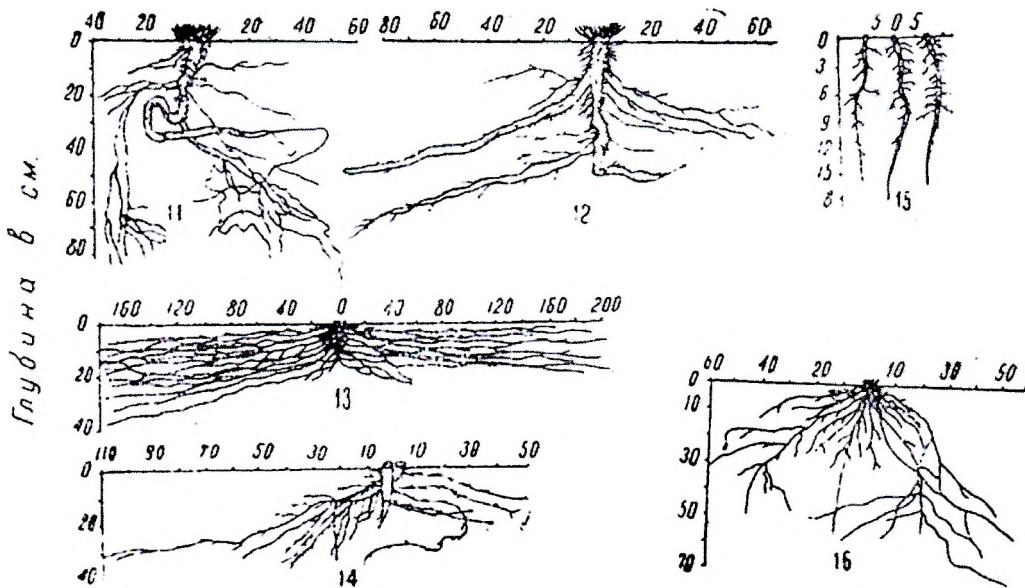


Рис. 12. Корневые системы растений в условиях подгорной равнины Азербайджана. 1 – каперсы; 2, 7, 12 – шведка мелколистная; 3, 4, 11, 14 – карган; 5, 8, 9, 10, 16 – полынь мейера; 6 – солянка содоносная; 13 – поташник каспийский, кермек колосистый; 17 – эфемеры.

почве, имеет толстую корневую шейку и небольшой мощности (длина 10-12 см) стержневой корень. Зато она богата многочисленными боковыми корнями, развивающимися до метровой глубины (рис. 12-7).

Аналогичный характер имеет корневая система полыни, развитие которой изучено недостаточно. В отношении взаимодействия ее с почвами в литературе пока еще нет единого мнения.

Некоторые исследователи, изучавшие корневую систему полыни (Бейдман, 1934; Шувалов, 1949; Синьковский, 1951; Шалыт, 1952; Свешников, 1952; Рачковская, 1956 и др.), указывают, что почвы под полынью всегда бывают оглажнены с поверхности, а значительные концентрации легкорастворимых солей приурочены только к нижней части почвенного профиля. Это явление наблюдалось и нами. Так, нами раскопана корневая система полыни белой (*Artemisia meyeriana*), произрастающей на серо-буровой почве Сиазань-Сумгайитского массива. Почвенный профиль по всей глубине имеет плотное сложение и глинистый механический состав. До глубины 22 см почва содержит легкорастворимые соли в ничтожном количестве (0,12-0,14%). Ниже содержание их постепенно возрастает и на глубине 1 м доходит до 0,7-0,8%. Содержание влаги в 20-30-сантиметровом слое колеблется в пределах 5-30%. Ниже отмечается стабильный характер влажности (15-20%).

У полыни белой, развивающейся на этой почве, отсутствует стержневой корень. Корни растения почти непосредственно с поверхности дают боковые разветвления.

Глубина распространения корней в основном охватывает 70-сантиметровый слой почвы, но отдельные корни продолжают развиваться до глубины 110 см (см. рис. 12 – 8). Максимум накопления мочковатых корней приурочен к верхнему (15 см) и среднему (до 20-50 см) слоям почв, где временами обнаруживается высокое увлажнение.

Необходимо указать, что полынь развивается и на совершенно пресных почвах. Делювиальные подгорные равнины Мильской степи, занятые полынью белой, характеризуются распространением здесь в основном пресных почв (содержание солей в 2-метровом слое не превышает 0,2-0,5%) с суглинистым механическим составом. Содержание влаги в почвенном профиле колеблется в пределах 5-10%. Полынь белая, развивающаяся на этих почвах, имеет корневую систему, распространенную до глубины 80-100 см. Корневая система уже у поверхности почвы начинает ветвиться (см. рис. 12-5).

Многочисленные откопки показали, что полынь способна также развиваться в условиях сильнозасоленных почв. Так, лугово-сероземно-солончаковые почвы шлейфовой зоны делювиальных склонов Сиазань-Сумгайтского массива содержат в верхнем 10-сантиметровом слое около 0,6% солей. Ниже количество их заметно возрастает (0,9%) и максимум накопления солей (2,0-2,6%) обнаруживается во втором полуметровом слое почвы. Почвенный профиль при этом характеризуется и высоким увлажнением (за исключением верхнего 10-сантиметрового слоя, влагосодержание в почвенном профиле в течение года колеблется в пределах 23-28%). Это является причиной того, что полынь способна выдерживать высокое засоление почв.

Корневая система полынь, произрастающая на этой почве, имеет своеобразную форму. Как видно из рис. 12 – 16, растение не имеет стержневого корня. Корни непосредственно от корневой системы дают боковые разветвления и в основном распространены до глубины 60 см. Максимум их приурочен к верхнему 20-сантиметровому слою почвы, что позволяет растению полнее использовать воды атмосферных осадков.

Нам удалось установить, что изменение формы и глубины корневой системы галофитов в условиях делювиальных равнин Азербайджана подчиняется определенной закономерности. На рис. 12 изображены корневые системы характерных представителей растений для отдельных зон подгорных равнин Азербайджана. Из этих материалов видно, что по направлению к верхней зоне делювиальных равнин, несмотря на сильную засоленность нижних слоев почв, увеличивается мощность почвенного слоя, занятого корнями растений. Это обусловлено увеличением в этом направлении сухости верхних слоев почв.

Распространение корневой системы характеризуемых растений указывает на то, что питание галофитов происходит не только за счет слоев, расположенных над или под засоленными горизонтами, но и внутри этих горизонтов, если, конечно, там имеется большой запас влаги, способствующий некоторому уменьшению концентрации почвенного раствора. В зависимости от водно-солевого режима почв корневая система одного и того же вида может иметь различную форму и глубину распространения. Однако приспособление растений к тем или иным условиям существования не происходит пассивно. Растения оказывают определенное влияние на среду обитания. В результате своей жизнедеятельности они производят доста-

точно глубокие изменения в почвенном профиле и тем самым влияют на процесс почвообразования. Эти изменения обнаруживаются, в частности, в явлениях миграции и перераспределения легкорастворимых солей.

В естественных условиях, помимо других факторов большое значение приобретают и физиологические особенности самих растений полупустынной зоны, в частности галофитов. Большинство галофитов, как установлено исследованиями ряда ученых (Келлер, 1951; Генкель, 1954; Шахов, 1956; Ратнер, 1958 и др.), задерживают в своем теле много легкорастворимых солей или обильно выделяют их наружу при помощи специальных железок. Получается своеобразное перекачивание солей из глубоких солев почвы к ее поверхности. Таким образом, в почвенном профиле происходит перераспределение солей.

Мы нередко наблюдали, что в период вегетации ранним утром галофитные растения, в частности, солянки в условиях подгорных равнин Азербайджана бывают в изобилии усыпаны капельками горько-солевого раствора, а в знойные часы дня – облеплены многочисленными кристалликами солей, иногда даже корочками. Как указывает Б. А. Келлер (1951), растения таким путем освобождаются от вредного избытка ненужных им солей. Попутно, пропуская через себя много водного раствора, они поглощают те соли, которые имеют питательное значение.

Все это способствует, с одной стороны, частичному уменьшению запаса легкорастворимых солей в глубинных засоленных горизонтах, а с другой – накоплению их в верхнем слое почв, в результате чего может происходить изменением облика прежних почв и формирование засоленного верхнего слоя.

Следует также отметить, что растения в результате своей транспирационной деятельности производят и другие изменения в солевом профиле. Заглубляя корневые системы и транспирируя огромные количества воды, они иссушают глубокие горизонты почвы, способствуя выпадению солей из почвенного раствора в твердую фазу не в поверхностных горизонтах, а на некоторой глубине. Было установлено, что расположение в профиле максимума солей в основном совпадает с зоной преобладающего распространения корней полыни и солянок, являющихся основными компонентами растительного покрова подгорных равнин Азербайджана.

Изучение водно-солевой динамики почв (главы VI-VII) показывает, что слой солевого максимума в течение всего года сильно иссушается, что способствует увеличению концентрации солевых растворов и накоплению солей. Таким образом, в условиях делювиального засоления образование солевого профиля с максимумом солей на некоторой глубине от поверхности в основном обязано воздействию растительности.

## 2. Запасы растительной массы

Запасы растительной массы в Азербайджане изучались И. Н. Бейдеман (1939), Е. П. Лагуновой (1951, 1955), С. А. Алиевым (1957), Я. М. Исаевым (1957). С. А. Алиевым было установлено, что запасы растительной массы в почвах Азербайджана возрастают от горно-луговой к лесной зоне. Затем наблюдается последовательное снижение запасов этой массы к почвам степной и полупустынной зон.

Наши исследования, осуществленные в условиях подгорных равнин Азербай-

джана,<sup>12</sup> обнаружили, что дифференциация в распределении растительной массы имеют место и в пределах одной зоны, т.е. в зоне полупустыни. Выяснено, что в условиях подгорных равнин Азербайджана изменение запаса растительной массы (надземной и корневой) обусловлено геоморфологическим и почвенными условиями и видовым составом растительности.

Таблица 19

Запасы биомассы в верхней зоне делювиальных равнин Азербайджана (ш/га)

Растительность	Глубина, см	Корни				Надзем-ная масса	
		живые			мерт-вие		
		травяни-стые	одереве-невшие	всего			
<b>Сиазань-Сумгантский массив</b>							
Разнотравье с примесью солянок (пл. № 263)	0—10	4,88	4,83	9,71	91,54	101,25	
	10—20	1,33	0,88	2,21	18,56	20,77	
	20—30	3,33	0,64	3,97	11,20	15,17	
	30—40	0,82	0,16	0,98	0,21	1,19	
	40—50	0,74	0,32	1,06	0,14	1,20	
	0—50	11,10	6,83	17,93	121,63	139,53	
Карганино-эфемеровая <i>Salsola dendroides, Suaeda microphylla</i> (пл. № 262)	0—10	24,24	нет	24,25	37,17	61,42	
	10—20	2,99		2,99	2,59	5,58	
	20—30	1,18	0,38	1,56	3,09	4,65	
	30—40	1,15	2,80	3,95	2,81	6,76	
	40—50	0,34	3,02	3,36	0,73	4,09	
	0—50	29,91	6,20	20,11	29,11	82,50	
<b>Кюровдагский массив</b>							
Карганино-эфемеровая <i>S. dendroides, S. microphylla, Pao Bulbosa</i> (пл. № 230)	0—10	16,48	19,39	35,87	7,60	43,47	
	10—20	3,94	3,03	6,97	14,85	21,82	
	20—30	1,76	1,82	3,58	1,30	4,88	
	30—40	0,95	1,19	2,14	0,40	2,53	
	40—50	0,88	0,54	1,42	0,19	0,62	
	0—50	24,01	25,97	49,98	24,34	73,32	
Солянково-эфемеровая <i>S. dendroides, S. microphylla, Pao Bulbosa</i> (пл. № 236)	0—10	9,18	3,06	12,24	16,20	28,44	
	10—20	8,53	2,00	10,53	10,19	20,72	
	20—30	2,92	1,23	4,15	3,54	7,69	
	30—40	1,42	0,32	1,74	0,66	2,40	
	40—50	1,23	0,30	1,54	0,88	2,42	
	0—50	23,28	6,91	30,00	31,47	61,67	
<b>Хараминский массив</b>							
Полынно-солянково-эфемеровая <i>Salsola verucosa, S. microphylla, Artemisia Meyeriana</i> (пл. № 239)	0—10	7,95	18,14	26,10	29,54	55,63	
	10—20	5,44	3,71	9,15	0,93	10,08	
	20—30	4,20	1,60	5,80	0,88	6,68	
	30—40	1,55	1,30	2,85	0,37	3,22	
	40—50	0,64	0,03	0,67	0,98	0,75	
	0—50	19,78	24,78	44,57	31,79	76,36	
<b>Подгорная равнина Мильской степи</b>							
Полынно-каперсово-эфемеровая <i>Artemisia Meyeriana, Capparis Spinosa</i> (пл. № 500)	0—10	8,56	0,64	9,20	21,92	31,12	
	10—20	3,33	0,67	4,00	10,00	14,00	
	20—30	3,03	0,16	3,19	0,47	3,66	
	30—40	0,74	0,03	0,77	0,06	0,83	
	40—50	0,77	0,04	0,81	0,06	0,86	
	0—50	16,43	1,54	17,97	32,50	50,47	

<sup>12</sup> Надземная растительная масса учитывалась с площади 2,5x4,0 м (10 м<sup>2</sup>) в трехкратной повторности. Для учета корней использовался метод, предложенный Н. А. Качинским (1925) с некоторыми изменениями, введенными Н. И. Савиновым и Н. А. Панковой (1942). В связи с разреженностью растительности, особенно полукустарниковой в полупустынных сообществах, более точные данные о биомассе можно было бы получить очень трудоемким трансектным методом, описанным В. Н. Понятовской (Полевая геоботаника, т. 3, 1964). Однако изучение запасов биомассы не являлось целью наших исследований, в связи с чем мы сочли возможным ограничиться применением отмеченных выше методов и выборочным контролированием полученных трансектным методом данных (оба метода дали близкие результаты).

Исследования показали, что верхняя зона делювиальных равнин Азербайджана характеризуется сравнительно богатым растительным покровом, состоящим из полынно-солянково-эфемеровой группировки. Как видно из данных табл. 19, запасы биомассы (надземной и корневой) в почвах Мильской подгорной равнинны и Сиань-Сумгайтского массива значительно ниже, чем на других массивах, что можно поставить в связь с более слабым развитием растительности.

Запасы корневой массы заметно превышают запасы надземной массы. Это явление, характерное для многих групп растений, отмечалось М. М. Советкиной (1938) для Голодной степи, Е. П. Лагуновой (1952) для Юго-Восточной Ширвани, В.С.Свешниковым (1952) для Памира, Н. И. Базилевич (1955) для пустыни Туркмении, Крамер и Универом (1936) для ряда травянистых растений штата Небраска в США и др.

Пологий рельеф средней зоны подгорных равнин исследованных массивов способствует накоплению в почве вод атмосферных осадков и поверхностного стока. Это благоприятствовало дружному развитию здесь растительности – полыни, эфемеров и однолетних солянок, в Мильской степи – каперсов.

Запасы надземной массы в Кюровдагском массиве и Мильской подгорной равнине, по сравнению с верхней зоной этих массивов, оказываются весьма большими (табл. 20). Это связано с пышным развитием здесь эфемеров и однолетних солянок, находящих благоприятные условия под полынниками. Исследованиями было выявлено, что под покровом полынников обычно накапливается больше влаги.

В почвах средней зоны названных массивов высоки также запасы корневой массы, несмотря на сильную засоленность и сравнительную сухость нижних слоев. Откопки показали, что это обусловлено горизонтальным развитием корневой системы растений. Основная масса корней приурочена к верхнему 10-сантиметровому слою почв. Это совпадает с данными М. М. Советкиной (1932) биомассе Голодной степи, Л. Е. Родина и Н. И. Базилевич (1956) о количестве и распределении корней в западинах Кызыл-Арватской подгорной равнинны и в данными М. И. Першиной и М. Е. Яковлева (1954) и биомассе пустынных степей.

Шлейфовая зона исследованных массивов характеризуется отсутствием сомкнутого покрова растительности. Здесь распространены отдельными пятнами однолетние солянки (*Salsola crassa* и *Statica Spicatum*) и единичные кустики шведки мелколистной. Скудная растительность обусловила небольшой запас биомассы.

Как видно из данных табл. 21, запасы подземной массы растительности в шлейфовой зоне не превышают 8-12  $\mu\text{га}$ . В условиях же Хараминского массива они составляют очень низкую величину (около 2  $\mu\text{га}$ ). Малы также запасы корневой массы.

Величина биомассы в аналогичных условиях Кызыл-Арватской подгорной равнинны, по материалам Л. Е. Родина и Н. И. Базилевич (1956), также малы. Однако в «разливах», где пышно развита растительность (арпагановые луга), отмечаются довольно высокие запасы надземной (15-20  $\mu\text{га}$  в сухие годы и 40 – 50 – во влажные) и корневой (80,5  $\mu\text{га}$  в слое 0,75 см) массы.

В составе корневой массы почти во всех случаях преобладают мертвые корни. Среди живых корней в верхнем 10-20-сантиметровом слое доминируют в основном травянистые, а в глубоколежащих горизонтах – одеревеневшие корни.

Таблица 20

## Запасы биомассы в средней зоне делювиальных равнин Азербайджана (т/га)

Растительность	Глубина, см	Корни				Надземная масса
		живые		мертвые	всего	
Сиазань-Сумгaitский массив						
Карганино-полынно-эфемеровая	0—10	15,81	0,83	16,64	26,48	43,12
	10—20	5,48	0,21	5,69	1,68	7,37
<i>Salsola dendroides</i> , <i>Artemisia Meyeriana</i> , <i>Pao Bulbosa</i> (пл. № 266)	20—30	1,09	0,03	1,12	0,53	1,65
	30—40	3,28	3,12	6,40	1,28	7,68
	40—50	1,12	2,12	3,33	0,17	3,50
	0—50	26,78	6,40	33,18	30,14	63,32
	50—60	0,30	2,99	3,29	1,33	4,62
	60—70	0,61	0,03	0,64	0,77	1,41
	0—70	27,69	9,42	37,11	32,24	69,35
Полынно-эфемеровая	0—10	8,89	22,98	31,87	31,44	63,31
<i>Artemisia Meyeriana</i> , <i>Pao Bulbosa</i> (пл. № 295)	10—20	1,68	4,00	5,68	5,66	11,34
	20—30	0,96	1,36	2,32	2,67	4,99
	30—40	1,29	0,69	1,98	1,09	3,07
	40—50	2,00	нет	2,00	0,75	2,75
	0—50	14,82	29,63	43,85	41,61	85,46
Кюровдагский массив						
Полынно-солянково-эфемеровая	0—10	11,98	2,14	14,13	35,23	49,36
<i>A. Meyeriana</i> , <i>Atzoom hispanicum</i> , <i>Salsola diandra</i> , <i>Pao Bulbosa</i> (пл. № 231)	10—20	0,28	0,43	9,71	0,88	10,57
	20—30	0,03	0,02	0,05	4,78	4,83
	30—40	2,94	0,50	3,44	0,40	3,84
	40—50	1,34	0,11	1,46	0,10	1,55
	0—50	16,57	3,20	29,77	41,39	71,16
Подгорная равнина Мильской степи						
Каперово-эфемеровая	0—10	11,81	3,92	14,73	27,85	42,08
<i>Capparis Spinosa</i> , <i>Pao Bulbosa</i> (пл. № 501)	10—20	11,92	нет	11,92	2,03	13,96
	20—30	0,96	•	0,96	0,12	1,07
	30—40	0,86	•	0,85	0,14	0,99
	40—50	0,77	•	0,78	0,04	0,82
	0—50	26,32	3,92	29,24	29,68	58,92

Наши наблюдения показывают, что запасы растительной массы в условиях подгорных равнин Азербайджана, за исключением небольших отклонений, уменьшаются по направлению к шлейфовой части массива. При этом во всех случаях растительные группировки накапливают в почве значительно больше корневой массы, чем надземной.

Рассмотрение глубины и формы развития корневых систем и распределение запасов растительной массы (надземной и корневой) исследованных нами равнин Азербайджана позволяет подразделить делювиальные равнини республики на три почвенно-растительных комплекса — верхнюю, среднюю и шлейфовую зоны делювиальных равнин. Характеризуя роль растительного покрова в миграции легкорастворимых солей, мы будем излагать материал по этим комплексам, что даст необходимые представления о значении биогенного соленакопления в той или иной части исследованных нами массивов. Чтобы учесть массу солей, ежегодно поступающую в биологический круговорот, мы будем исходить из суммы опада за годичный цикл развития растений.

Таблица 21

## Запасы биомассы в шлейфовой зоне подгорных равнин Азербайджана (ш/га)

Растительность	Глубина, см	Корни				Надземная масса	
		живые		всего	мертвые		
		травянистые	одеревневшие				
<b>Сизань-Сумгайтский массив</b>							
Эфемеровая (в основном дикие злаки), единичные кусты анатаксиса <i>Pao Bulbosa</i> , единично <i>Anabasis aphylla</i> (пл. № 260)	0—10	1,31	0,32	1,63	10,55	12,18	
	10—20	2,05	2,64	4,69	3,23	7,92	
	20—30	1,63	0,88	2,51	0,72	3,23	
	30—40	0,54	0,83	1,37	0,11	1,48	
	40—50	0,50	0,75	1,25	0,03	1,28	
Солянковая <i>Kalidium Caspicum</i> (пл. № 259)	0—50	6,03	5,42	11,45	14,64	26,09	
	0—10	0,33	0,73	1,11	9,15	10,23	
	10—20	2,93	1,98	3,91	1,10	5,01	
	20—30	1,43	0,67	1,15	0,43	1,48	
	30—40	0,35	0,21	0,56	0,17	0,73	
	0—40	4,19	3,54	6,73	10,85	17,48	
<b>Кюровдагский массив</b>							
Солянковая (многолетние) <i>Suaeda microphylla</i> , <i>Suaeda verucosa</i> (пл. № 235)	0—10	1,95	3,14	5,09	8,54		
	10—20	1,44	2,71	4,15	0,93		
	20—30	1,20	4,60	5,80	0,88		
	30—40	1,55	1,30	2,85	0,37		
	40—50	0,64	0,03	0,67	0,08		
Солянковая (однолетние, единичные многолетние) <i>Salsola crassa</i> , <i>Statica Spicatum</i> , <i>Suaeda microphylla</i> (пл. № 232)	0—50	6,78	11,78	18,56	10,80	29,36	
	0—10	1,94	1,03	2,97	4,85		
	10—20	0,80	0,60	1,40	1,49		
	20—30	0,49	0,21	0,70	1,45		
	30—40	0,62	0,10	0,72	0,61		
		40—50	0,23	0,07	0,30	0,92	
		0—50	4,03	2,01	6,09	9,32	
						15,41	
<b>Хараминский массив</b>							
Единичные солянки <i>Halocnemum strobilaceum</i> , <i>Salsazanna</i> (пл. № 240)	1—10	3,73	нет	3,73	2,11	5,84	
	10—20	0,35	“	0,85	0,11	0,96	
	20—30	0,07	“	0,07	0,11	0,18	
	30—40	0,02	“	0,02	0,06	0,07	
	40—50	0,00	“	0,00	0,03	0,04	
	0—50	4,47	“	4,67	2,42	7,09	
<b>Подгорная равнина Мильской степи</b>							
Каперсово-солянковая (карранная) <i>Capparis spinosa</i> , <i>Sal-sola dendroides</i> (пл. № 502)	0—10	13,88	3,25	12,12	23,68	40,80	
	10—20	1,36	0,00	1,36	1,60	2,96	
	20—30	0,50	0,66	1,16	1,88	3,04	
	30—40	0,02	0,14	0,17	1,11	1,28	
	40—50	0,22	0,85	1,07	0,63	1,70	
	0—50	15,93	4,90	20,88	23,90	49,78	

## 3. Годичный прирост растительной массы

В отношении годичного прироста или опада растительного вещества типы растительности, тесно связанные с климатом, обнаруживают весьма большие различия. Однако ограниченность соответствующих обобщений затрудняет характеристику отдельных типов растительности со стороны продуцирования ими органического вещества. В. Р. Волобуев (1963) на основании обобщения разнообразных данных делает вывод, что растительность разных типов дает различный объем го-

дового прироста надземного органического вещества: от менее 0,5  $m/га$  в пустынях и полупустынях до величин порядка 30-60  $m/га$ , характерных для пышно развитой тропической растительности.

Н. И. Базилевич (1955), характеризуя особенности круговорота зольных элементов и азота в некоторых почвенно-растительных зонах СССР, приходит к выводу, что в лесной зоне в опад поступает 70-140  $ц/га$  органической массы, в степях – 100 – 120  $ц/га$ , в пустынях на сероземах – около 100  $ц/га$ , на солончаках – 10-20  $ц/га$  и такырах – 2-3  $ц/га$  при общей биомассе соответственно: 2000 – 3000  $ц/га$ , 200 – 250  $ц/га$ , 100 – 120  $ц/га$ , 15 – 20  $ц/га$  и 2 – 3  $ц/га$ . Выражая эти данные в процентах, Л. Е. Родин и Н. И. Базилевич (1965) пишут, что в ежегодный опад в пустынных сообществах поступает в среднем 30 – 60% (до 75) общего количества органической массы. В этом отношении они сближаются со степями, где в опад поступает 45 – 60%, и резко отличаются от лесов, в которых в опад уходит в среднем 1 – 4% биологического запаса.

Для наших условий следует сделать небольшие дополнения к показателям ежегодного опада растительности пустыни и полупустыни, характерной для объектов исследования. Так, учитывая, что эфемеры и однолетние солянки при завершении цикла вегетации полностью отмирают, ежегодный опад этих растений можно принять за 100%. В отношении многолетних растений, таких, как полынь и солянки, опад исчислен по методу Н. И. Базилевич (1955), т.е. однолетняя часть многолетних полукустарничковых форм принята полностью, от многолетней же части бралась доля, соответствующая весу многолетней части, деленной на продолжительность жизни полыни (20 лет) и солянок (30 – 40 лет).

В отношении корневой массы растений существуют разные мнения. Так, Л. Е. Родин (1958) отмечает, что в структуре опада пустынных сообществ наибольшую массу дают корни, доля которых составляет 45 – 90% от веса опада. В наиболее распространенных сообществах сухих пустынь для корней в опаде составляет 80 – 90%. Этим пустынным сообществам отличаются от лесных (доля корней в опаде 12 – 23%) и степных (доля корней в опаде 35 – 70%). Н. П. Ремезов (1959), а также А. П. Першина и В. Т. Додолина (1961) полагают, что в полупустынных условиях ежегодный опад корней можно принять равным 30% общего запаса корневой массы.

Л. Е. Родин и Н. И. Базилевич (1956) для сложных растительных группировок определяли ежегодные поступление в опад корней путем вычисления пропорционально весу сухого вещества подземных побегов того или иного вида или группы растений. Для многолетних растений пропорционально массе их однолетних надземных побегов рассчитывалось и количество однолетних корней. Авторы считали, что вся масса корней однолетних растений и масса исчисленных однолетних корней многолетних растений ежегодно поступает в опад.

Доля ежегодно поступления многолетних корней полукустарников исчислялась, исходя из средней продолжительности их жизни. Таким же методом и мы исчисляли ежегодное поступление в опад корней, которое использовалось для подсчета количества солей, вовлекаемых ежегодно в биологический круговорот корневыми системами растений. Полученные данные показывают (табл. 22), что в структуре опада сообщества дельювиальных равнин Азербайджана в основном преобладают корневые остатки, на долю которых приходится 50 – 80% (в среднем 64%). Зеленые

Таблица 22  
Показатели биологического круговорота водорасторимых солей в растительных сообществах  
дептациональных равнин Азербайджана

Показатели	Сиазань-Сумгантский массив			Короводатский массив			Хаджинский массив			Мильская подгорная равнина		
	Соли Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Соли MgSO <sub>4</sub>	Соли CaSO <sub>4</sub>	Соли Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Соли MgSO <sub>4</sub>	Соли CaSO <sub>4</sub>	Соли Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Соли MgSO <sub>4</sub>	Соли CaSO <sub>4</sub>	Соли Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Соли MgSO <sub>4</sub>	Соли CaSO <sub>4</sub>
Биомасса (t/га)	168	104	100	111	32	23	98	108	37	19	94	9
в том числе:												
Зеленые части (t/га)	13	9	21	17	6	1,2	18	30	36	4	11	0,8
То же (%)	7,4	8,5	21	15	19	8	18,5	28	10	25	12	11
Многолетние части (t/га)	16	13	10	8	0	3,2	13,5	12	4,4	0	7,7	1,2
То же (%)	9,6	12,5	10	7	0	14	6,5	12	12	0	7,4	18
Корни (t/га)	139	82	69	86	26	18	67	71	29	15	76	7
То же (%)	83	79	69	78	81	78	68	65,5	78	75	79,6	78
Опад (t/га)	29	41	51	37	32	7,2	44	50	11,6	19	34	5,5
% от биомассы	23	39,5	51	34,5	100	31,5	45	46	24	100	36	61
в том числе:												
Зеленые части (%)	45	22	41	46	19	25	41	60	31	21	33	15
Многолетние части (%)	3	1	1	3	0	10	7	1	5	0	3	29
Корневые остатки (%)	52	77	53	51	81	65	52	39	64	79	66	82
Легкорастворимые соли в биомассе (kg/га)	874	593	401	511	78	299	2293	1177	707	583	2322	203
Возвращающиеся с опадом легкораств. соли (kg/га)	152	234	208	168	78	96	1040	543	172	583	841	125
% от суммы легкораств. солей в биомассе	17,3	39,5	52	33	100	32	45	46	24	100	36	61

однолетние органы растений в опаде составляют 20 – 60% (в среднем 33%). Довольно низко в опаде значение многолетней части растений, которая в редких случаях доходит до 10 – 11%, а в основном колеблется в пределах 1 – 3% (средняя величина ее 3%).

#### 4. Содержание и состав в растительной массе

Чтобы показать масштаб биологического круговорота солей в условиях подгорных равнин Азербайджана, обратимся к непосредственным результатам наших исследований по содержанию и составу солей в растениях.

Анализы однолетних солянок<sup>13</sup> показывают, что содержание солей в надземных органах *Salsola crassa*, в зависимости от условий их обитания, колеблется в пределах 23,5 (Кюровдагский массив) – 28,0% на воздушно-сухую массу (Хараминский массив). В надземных органах *Statica Spicatum* содержится около 15% солей. Большое количество солей (около 20%) содержится также в *Aizoom Hispanicum*, а *Salsola diandra*, наоборот, содержит относительно меньше солей (10,6%). Различно также соотношение отдельных компонентов. Если в составе *Aizoom Hispanicum* преобладают сульфаты натрия и калия, то в составе остальных растений доминируют хлорида и бикарбонаты натрия и калия. Содержание легкорастворимых солей в корневой массе *S. Crassa* и *S. Spicatum* одинаково (10%).

Корневая масса однолетних солянок, по сравнению с надземными органами их, содержит сравнительно меньше солей (10%), что отмечено также в исследованиях некоторых ученых (Генкель, 1939; Келлер, 1940; Шахов, 1956; Ратнер, 1958; Рихтер, 1958; Рухланд, 1915; Стокер, 1928).

В надземных органах многолетних солянок содержание солей также оказалось высоким. В надземных органах *Salsola dendroides*, *Halocnemum strobilaceum*, *S. microphylla* их содержится до 30 – 40% (табл. 23-25). Сравнительно много солей (около 40%) содержится в листьях этих растений. Более 90% их падает на долю сульфатов, хлоридов, бикарбонатов натрия и калия. Аналогичное содержание и соотношение солей в листьях пустынных растений обнаружено Б. А. Келлером (1940), Б. М. Голуш (1954), Е. П. Лагуновой (1955) и Р. З. Чапмен (1936). Сухие листья и особенно стебли шведки мелколистной содержат мало солей (соответственно 15 и 6%).

Анализ сухих и зеленых листьев показал, что более 80% солей, содержащихся в зеленых растениях, попадает в почву в стадии высыхания или отмирания растений, остальная часть солей поступает в почву только после минерализации растительной массы.

Содержание солей в корнях названных растений неодинаково. Корни сарсазана содержат около 20% солей<sup>14</sup>, корни шведки – в 3 – 4 раза меньше. Однолетние кор-

<sup>13</sup> Очищенная от примесей биомасса (механически очищенные корни сполоскивались а ситах спиртом) высушивалась при температуре 50 – 60°, а затем измельчалась и пропускалась через сито в 1 мм. Навеска растений обрабатывалась водой в отношении 1:20 (сначала в фарфоровой чашке, где масса разминалась пестиком с небольшим количеством воды в течение 3 мин, а затем в колбе, куда выливалась оставшаяся часть дистиллированной воды). После суточного стояния вытяжка взбалтывалась в течение 3 мин и пропускалась через фильтр. В тот же день в ней определялись общая щелочность и плотный остаток. Органическое вещество разрушалось перекисью водорода и азотной кислотой, после чего определялись  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $SO_4$ .

<sup>14</sup> Данные М. М. Щукевич (1939) и особенно Б. А. Келлера (1929) близки к нашим.

Таблица 23

Содержание и состав легкорастворимых солей в растениях шлейфовой зоны делювиальных склонов аодгорных равнин Азербайджана  
(%/мэкв на воздушно-сухую массу)

Название и части растений	Сумма солей	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
Кюровдагский массив								
Statica Spicatum надземная часть	14,960	нет	0,734	4,686	4,410	0,213	0,151	4,866
Корни	10,033	•	10,40 1,5-6	132,00 4,047	92,26 0,965	10,65 0,445	12,44 0,2-6	211,57 2,734
Salsola crassa надземная часть	23,528	нет	25,00 3,53	114,00 1,1,224	18,84 2,879	22,20 0,356	17,76 0,107	118,88 6,624
Корни	10,160	•	2,923	3,243	0,493	0,153	0,023	3,224
Suaeda microphylla надземн. часть	31,306	•	4,500	91,52	10,20	7,63	1,92	140,18
			2,830	3,919	14,547	0,356	0,576	9,078
Корни	7,351	•	48,00	91,52	10,26	7,63	1,92	140,18
			1,756	1,612	1,612	0,115	0,092	1,155
			23,80	45,76	33,56	5,76	7,63	93,63
Хараминский массив								
Salsola crassa надземн. часть	27,942	нет	5,973	8,307	4,196	0,266	0,269	8,926
Halocnemum Strobilecum надземн. часть	38,560	•	9,00 2,391	234,00 13,376	87,36 15,760	13,32 0,142	22,20 0,108	383,74 6,783
Корни	319,930	•	39,20 3,782	376,50 3,834	329,69 5,265	7,10 0,178	8,88 0,216	729,71 5,818
			62,00	103,00	109,61	8,88	17,76	252,97
Сиазань-Сумгайитский массив								
Salsola pestifer A. Nels Листья	14,761	нет	3,367	4,515	2,205	0,356	0,594	3,724
			55,20	127,20	46,13	17,76	43,84	161,93
Корни	3,071	•	0,976	0,368	1,250	0,230	0,069	0,808
			16,00	10,40	26,02	11,52	5,76	35,14
Подгорная равнина Мильской степи								
Salsola dendroides надземн. часть	27,505	•	4,240	6,557	7,381	0,230	0,035	9,062
			69,60	185,12	153,66	11,52	2,88	392,98
Однолет. корни	14,709	•	3,026	4,515	2,205	0,283	0,035	4,730
			49,60	127,20	45,13	14,40	2,38	205,65
Многолет. корни	8,429	•	0,732	4,047	0,001	0,192	0,132	2,709
			12,00	114,40	12,50	9,60	11,52	111,78

ни содержат больше солей, чем многолетние. Так, содержание солей в однолетних корнях каргана составляет около 15%, в многолетней части их содержится вдвое меньше, в мертвых корнях еще меньше.

Определено также содержание солей в биомассе полыни. Полынь белая, например, в зависимости от условий обитания содержит в надземной части около 6 – 9% легкорастворимых солей. Наибольшее количество солей содержат листья (11,9%), однолетние стебли (10%) и побеги (9,7%). В сухих стеблях соли содержатся в незначительном количестве (1,7%); в них меньше хлора и натрия, но преобладают бикарбонаты и сульфаты. В остальных органах, особенно в однолетних стеблях, больше всего хлоридов. В значительном количестве содержатся также бикарбонаты и сульфаты щелочных металлов. Аналогичные соотношения солевых компонентов в надземной массе полыни Муганской и Мильской степей обнаружены Б. М. Голуш (1954).

Таблица 24

Содержание и состав легкорастворимых солей в растениях средней зоны делювиальных склонов подгорных равнин Азербайджана  
(%/мэкв на воздушно-сухую массу)

Название и части растений	Сумма солей	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Кюровдагский массив</b>								
<i>Artemisia Meyeri</i> ана осенние побеги	9,631	нет	5,063	1,032	0,789	0,384	0,115	2,298
листья	11,907	*	83,20	29,12	16,42	19,20	9,60	99,94
			6,344	1,104	0,920	0,153	0,115	3,271
однолетн. стебли	10,064	*	104,80	31,20	19,14	7,68	9,60	137,86
			2,928	3,243	0,493	0,153	0,023	0,024
смесь надземн. части	6,244	*	48,00	91,52	10,26	7,68	1,92	140,18
			1,806	0,937	1,551	0,178	0,065	1,707
			29,60	26,40	32,45	8,88	5,33	74,24
	6,006	*	1,610	1,022	1,469	0,213	0,043	1,649
			26,40	28,80	30,73	10,65	3,56	71,72
сухие стебли	1,713	*	0,634	0,074	0,526	0,115	0,046	0,318
			10,40	2,08	10,95	5,76	3,84	13,83
однолетн. корни	9,074	*	5,612	0,368	0,526	0,115	0,023	2,430
			92,00	10,40	10,95	5,76	1,92	105,67
многолет. корни	3,949	*	1,513	0,958	0,428	0,077	0,115	0,858
<i>Salsola diandra</i>	10,610	*	24,80	28,04	8,91	3,84	9,60	37,31
надземн. часть			3,416	2,982	0,823	0,089	0,162	3,138
<i>Aizoon hispanicum</i>	19,930	*	56,00	84,0	17,19	4,44	13,32	136,43
надземн. часть			3,782	3,834	5,265	0,178	0,216	5,818
<i>Suaeda microphylla</i>	33,593	*	62,00	108,00	109,61	8,88	17,76	252,97
листья			6,782	1,695	14,547	0,581	0,046	10,005
		*	111,2	47,84	302,86	23,04	3,84	435,02
мертвые корни	3,765	*	0,585	1,253	0,625	0,077	0,046	1,179
			9,60	35,36	13,01	3,84	3,84	51,29
Эфемеры и <i>Suaeda microphylla</i> , смесь мертвых корней	1,840	*	1,122	0,221	0,625	0,115	0,023	0,691
Эфемеры, корни	2,340	*	1,171	0,295	0,197	0,115	0,069	0,462
			19,2	8,32	4,10	5,76	5,76	20,10
<b>Сиазань-Сумгантский массив</b>								
<i>Artemisia Meyeri</i> ана надземная часть	7,613	нет	3,294	0,852	1,234	0,356	0,107	1,770
корни (смесь—живые и мертвые, одревесневшие и травянистые)			54,00	24,00	25,69	17,76	3,88	76,95
	1,766		0,976	0,185	0,115	0,211	0,023	0,256
			16,00	5,20	2,40	10,56	1,92	11,12
<i>Artemisia Meyeri</i> ана многолетн. корни	3,496	*	1,586	0,369	0,576	0,134	0,138	0,693
мертвые корни	2,117	*	26,00	10,40	11,99	6,72	11,52	30,15
			0,610	0,554	0,280	0,192	0,023	0,458
Эфемеры			10,00	15,60	5,82	9,60	1,92	19,90
укос надз. части	6,050	*	1,757	0,289	2,531	0,356	0,086	1,030
			28,80	8,16	52,69	17,76	7,10	44,79
надземная часть	8,969	*	2,196	1,278	2,858	0,320	0,065	2,540
мертвый опад со смесью мертвых корней эфем.	1,795	*	36,00	36,00	59,79	15,98	5,33	110,47
			0,781	0,295	0,247	0,154	0,081	0,273
Эфемеры	4,351	*	12,80	8,32	5,14	7,68	6,72	11,86
корни			1,220	1,292	0,461	0,192	0,115	1,076
<i>Chenopodiaceae Salsola soda</i> и <i>A. Meyeri</i> ана многолетн. корни	2,239	*	0,854	0,369	0,370	0,192	0,069	0,385
			14,00	10,40	7,71	9,60	5,76	16,75
<i>Anabasis aphylla</i>	1,313	*	0,683	0,148	0,165	0,134	0,104	0,079
мертвые корни	4,826	*	11,20	4,16	3,43	6,72	8,64	8,43
живые корни			0,854	0,923	1,580	0,538	0,133	0,793
			14,00	26,00	32,89	26,88	11,52	34,49
мертвые корни	1,484	*	0,583	0,221	0,165	0,154	0,048	0,215
			11,20	6,24	3,43	7,68	3,84	9,35

Таблица 25

**Содержание и состав легкорастворимых солей в растениях верхней  
зоны делювиальных склонов подгорных равнин Азербайджана**  
(%/мэкв на воздушно-сухую массу)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Подгорная равнина Мильской степи</b>								
<i>Capparis spinosa</i> листья	7,269	нет	1,220	0,295	3,554	0,461	0,092	1,647
стебли	1,993	-	20,00	8,32	74,00	23,04	7,68	71,60
многолетн. корни	2,177	-	0,781	0,221	0,576	0,307	0,00	0,112
			12,80	6,24	11,99	15,36	0,00	4,88
			0,610	0,646	0,235	0,096	0,057	0,538
			10,00	18,20	4,79	4,80	4,80	23,39

Название и части растений	Сумма солей	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
------------------------------	----------------	-----------------	------------------	----	-----------------	----	----	------

## Кюровдагский массив

<i>Salsola dendroides</i> надземн. часть	31,811	нет	4,270	3,195	12,835	0,178	0,324	9,009
<i>Suaeda microphylla</i> надземн. часть	33,665	-	70,00	90,00	267,22	8,88	26,64	391,70
многолет. корни	3,948	-	3,611	3,603	15,760	0,089	0,716	9,786
зеленые листья	39,247	-	5,920	103,20	329,69	4,44	62,16	425,48
сухие листья	15,123	-	1,518	0,958	0,428	0,077	0,115	0,858
стебли	5,956	-	24,80	27,00	8,91	3,34	9,60	37,31
многолет. корни	5,417	-	6,782	5,085	14,547	0,581	0,046	12,206
мертвые корни	2,450	-	111,20	143,52	302,86	23,04	3,84	530,07
			5,000	1,843	3,093	0,269	0,046	4,372
			91,00	52,00	64,39	13,44	3,84	190,11
			1,317	1,916	0,758	0,038	0,115	1,814
			21,60	54,08	15,74	1,92	9,60	78,90
			1,756	1,621	0,296	0,115	0,092	1,547
			28,80	45,76	6,16	5,76	7,68	67,28
			1,122	0,368	0,263	0,115	0,069	0,523
			18,40	10,40	5,47	5,76	5,76	22,75

## Хармининский массив

<i>Artemisia Meyeriana</i> надземн. часть	6,35	-	2,348	0,852	1,223	0,445	0,054	1,413
<i>Suaeda microphylla</i> надземн. часть	27,257	-	38,40	24,00	25,69	22,20	4,44	61,41
— — —	37,645	-	7,198	1,704	10,285	0,266	0,378	7,422
мертвые корни	3,443	-	118,00	48,00	214,13	13,32	31,08	335,73
половозрелые корни	1,788	-	4,734	5,708	14,943	0,213	0,367	11,699
		-	77,60	160,80	311,11	10,65	30,20	508,66
		-	1,537	0,442	0,460	0,115	0,069	0,821
		-	25,20	12,48	9,57	5,76	5,76	35,73
		-	0,878	0,221	0,164	0,038	0,023	0,464
		-	14,40	6,24	3,41	1,92	1,92	20,21

## Сиазань-Сумгайитский массив

Разнотравье	2,575	—	0,707	0,147	0,954	0,077	0,046	0,644
мертв. корни	4,638	-	11,60	4,16	19,92	3,84	3,84	28,00
живые корни		-	1,464	0,184	1,812	0,191	0,038	1,149

В корнях полыни наибольшее количество солей содержат однолетние части, многолетние содержат гораздо меньше солей (около 4 – 5%). Мало солей обнаружено в мертвых корнях.

Такая же зависимость выявлена М. М. Щукевич (1939), А. А. Шаховым (1956), Л. Е. Родиным и Н. И. Базилевич (1956) и Килианом (1931).

Сопоставление солевого состава живых органов и опада полыни указывает на то, что при отмирании надземной массы растений прежде всего выщелачивается хлор, затем сульфаты и бикарбонаты.

Эфемеры содержат относительно малое количество солей. В надземных органах их около 6%. В корнях эфемеров солей немного. Они представлены главным образом бикарбонатами, хлоридами и сульфатами щелочных металлов. Мертвые корни эфемеров содержат легкорастворимых солей почти в три раза меньше. Состав солей живых и мертвых корней одинаков, что указывает на пропорциональное выщелачивание всех компонентов из отмерших корней.

Одним из широко распространенных растений подгорной равнины Мильской степи являются каперцы. В листьях их содержится 7,3% солей, а в стеблях – около 2%. Это значительно меньше, чем указывает Б. М. Голуш (1954) и, по-видимому, связано с различными условиями их местообитания. Содержание солей в корнях каперцов составляет 2,2%.

Таким образом, как общее содержание солей, так и отдельные элементы вытяжки сильно варьируют в связи с особенностями вида растений и в зависимости от его местообитания. Варьирование обнаруживается даже в пределах одного и того же вида. Следует подчеркнуть, что одни растения вовлекают в круговорот преимущественно хлориды, другие – сульфаты. Большинство исследованных растений богато щелочами, особенно полынь и солянка. Не исключено, что высокая солонцеватость почв подгорных равнин Азербайджана отчасти обусловлена высоким содержанием бикарбоната натрия в составе их растительного покрова.<sup>15</sup>

Содержание солей в надземных органах растений всегда больше, чем в корнях.

## 5. Количество солей, вовлекаемых в биологический круговорот

Исследования показали, что по направлению к верхней зоне делювиальных равнин не только увеличивается общее количество растительной массы, но и обогащается видовой состав растительной группировки: происходит постепенная замена однолетних форм многолетними, растений со слабой и поверхностной корневой системой растениями с более мощной и глубокой. Неодинаково и количество солей в этих растениях. Все это обусловлено различием в количестве и составе делювиальных равнин.

Подсчеты показали, что в шлейфовой зоне Кюровдагского массива в биологический круговорот ежегодно вовлекается надземными органами однолетних солянок 80 кг/га, а многолетних – 331 кг/га легкорастворимых солей. Корневая масса однолетних и многолетних солянок содержит 222 кг/га солей. Таким образом, в условиях шлейфовой зоны Кюровдагского массива в биологический круговорот ежегодно вовлекается 583 кг/га солей.

Для шлейфовой зоны Хараминского массива, несмотря на близкий состав растительного покрова, биогенное накопление оказываются меньшим почти в пять раз (125 кг/га). В условиях шлейфовых зон делювиальных равнин Сиазань-Сумгайтского массива и Мильской подгорной равнины, имеющих совершенно другой характер растительного покрова, за счет этого фактора накапливается соответственно

96 и 201 кг/га солей в год.

Таким образом, по биологической аккумуляции легкорастворимых солей в шлейфовой зоне подгорные равнины Азербайджана могут быть расположены в следующей последовательности: Сиазань-Сумгaitский (96 кг/га), Хараминский (125 кг/га) массивы, делювиальная равнина Мильской степи (201 кг/га) и Кюровдагский массив (583 кг/га). Это вызвано различным запасом биомассы на этих массивах. Из этого количества солей 80 – 90% падает на долю хлоридов, сульфатов и бикарбонатов натрия и калия.

В отличие от результатов наших исследований Л. Е. Родин и И. И. Базилевич (1956) для нижней части Кызыл-Арватской подгорной равнины Туркмении выявили предельно малую величину (1 кг/га) зольных веществ, вовлекаемых в биологический круговорот. Из данных этих авторов можно видеть, что это связано с гораздо меньшим запасом надземной массы, чем в наших условиях. В исследованиях М. М. Советкиной (1936) для той же части Кызыл-Арватской подгорной равнины приходится несколько большая величина (примерно 1,5 – 3,5 кг/га). Однако для арпагановных лугов, которые дают довольно большой запас биомассы (более 80 ц/га), Л. Е. Родиным и Н. И. Базилевич отмечено высокое накопление зольных элементов (300 – 1000 кг/га).

Различный характер миграции солей, вовлекаемых в биологический круговорот, установлен также для отдельных массивов средней зоны делювиальных равнин Азербайджана. Подсчеты показали, что количество солей, вовлекаемых в биологический круговорот надземной частью однолетних солянок в средней зоне делювиальных равнин Кюровдага, составляет 263 кг/га ежегодно. Учет опада надземных органов полыни дает дополнительно около 80 кг/га солей, вовлекаемых в биологический круговорот.

Подземными органами растений в средней зоне данного массива в биологический круговорот вовлекается около 200 кг/га солей, что вместе с солями, аккумулированными в надземных органах растений, составляет 543 кг/га ежегодно.

В условиях средней части Сиазань-Сумгaitского массива биогенное накопление составляет 168 кг/га солей ежегодно. Небольшое количество (198 кг/га) солей, вовлекаемых в биологический круговорот, отмечено также для средней зоны Мильской подгорной равнины.

Биогенное накопление солей в верхней зоне делювиальных равнин оказывается довольно высоким. Биологическая аккумуляция солей только надземными органами растений для верхней зоны делювиальных равнин Кюровдагского и Хараминского массивов превышает 600 кг/га ежегодно. Эти соли представлены в основном хлоридами и сульфатами натрия и калия. Соли кальция и магния накапливаются в небольшим количестве.

В верхней зоне характеризуемых массивов в биологический круговорот за счет корневой массы ежегодно вовлекается значительное количество солей (228 кг/га в Хараминском и 377 в Кюровдагском массивах). Общее количество легкорастворимых солей (вместе с солями в надземных органах растений) составляет 1040 кг/га для Кюровдагского и 841 кг/га для Хараминского массивов. Эти соли в основном представлены хлоридами и сульфатами натрия и калия. Велико также содержание бикарбонатов. Сходные результаты получены также в исследованиях Е. П. Лагуновой

вой (1955), проведенных в условиях Юго-Восточной Ширвани, также является одним из объектов наших исследований. Е. П. Лагунова считает, что в Юго-Восточной Ширвани только надземной частью растительности в биологический круговорот вовлекается большая масса минеральных веществ – свыше 1,3 т/га.

В условиях верхней зоны делювиальных равнин Сиазань-Сумгайтского массива растительной массой в биологический круговорот вовлекается примерно 440 кг/га солей, а в верхней зоне Мильской подгорной равнине – 214.

Таким образом, сумма солей, вовлекаемых в биологической круговорот, возрастает по направлению от шлейфовой зоны к верхней части делювиальных равнин Азербайджана. Это связано с увеличением в этом направлении величины растительной массы. Однако не вся сумма солей, накопленных в растительной массе на высоко расположенных частях равнин, аккумулируется в почвах. Как показывают наблюдения, часть сухих стеблей и листьев растений уносится ветром или смывается водами поверхностного стока в пониженные элементы рельефа. При выпадении дождей и образовании делювиальных потоков из надземных органов живых растений также выщелачивается значительная доля солей и уносится с поверхностными водами в низкие участки, в частности в шлейфовую зону делювиальных склонов. Вынос и аккумуляции прежде всего подвергаются такие компоненты, как хлор и натрий. Итак, накопление большого количества легкорастворимых солей в надземных органах растений верхней зоны делювиальных равнин Азербайджана способствует засолению почв не столько на месте обитания, сколько в нижних частях массивов.

Количество легкорастворимых солей, вовлекаемых в биологический круговорот, при сохранении общей закономерности существенно различается по отдельным массивам. Так, аккумуляция солей биологическими агентами в условиях Кюровдагского массива гораздо больше, нежели в остальных массивах делювиальных равнин Азербайджана (табл. 26).

Таблица 26

**Количество растворимых солей, ежегодно вовлекаемых в биологический круговорот в условиях делювиальных равнин Азербайджана (кг/га)**

Массив	Зоны		
	шлейфовая	средняя	Верхняя
Кюровдагский	583	543	1040
Хараминский	125	332	841
Сиазань-Сумгайытский	95	168	440
Делювиальная равнина Мильской степи	201	198	214

Все это показывает, что в условиях делювиальных равнин Азербайджана в явлениях накопления легкорастворимых солей в почве одним из существенных факторов является биологическая аккумуляция, которая при отсутствии питающего влияния грунтовых вод выходит на одно из первых мест.

Роль высших растений особенно четко проявляется в формировании солевого профиля почв. Расположение в профиле максимума солей, в основном, совпадает с

зоной преобладающего распространения корней галофитов (полынь и солянка). Изучение водно-солевой динамики почв показало, что слой солевого максимума в течение всего года сильно иссушается, что, в свою очередь, способствует увеличению концентрации солевых растворов и накоплению легкорастворимых солей. Все это свидетельствует о том, что в условиях делювиального засоления формирование профиля с солевым максимумом на некоторой глубине от поверхности в основном обязано воздействию растительности.

### *III. Диффузия солей*

Известно, что перемещения солевых масс в почвах и грунтах является результатом двух процессов. Первый из них представляет собой перенос солей токами грунтовых и почвенных вод, в которых соли находятся в растворенном состоянии, второй же является выражением теплового движения солей в среде растворителя в виде диффузионного потока, имеющего направление от высоких концентраций к низким. В связи с этим установление закономерностей диффузии солей в почвах с научной и практической точки зрения приобретает большое значение.

В литературе описаны случаи, когда засоление почв связывалось с диффузией солей из нижележащих горизонтов (Розов, 1936). За длительные периоды времени, соизмеримые с геологическими «веками», отмечает А. Т. Морозов (1956), диффузия может переместить большие количества солей, засоляя, например, мощные толщи вновь отлагаемых мелкоземистых осадков. С. В. Бруевич и З. А. Захаров (1948), выявив увеличивающуюся по мере углубления концентрацию растворов в илах на дне Каспийского моря, установили, что при этом диффузно передвигаемые вверх запасы соизмеримы с запасами солей, перемещаемыми восходящими капиллярными потоками.

И. С. Рабочев (1961) считает, что значительные количества солей в глубоколежащих слоях почв долины р. Аму-Дары обязаны своим происхождением диффузии и вертикальному выдавливанию их из глубинных слоев, содержащих солевые аккумуляции, и из солевых куполов морского осадочного происхождения. Н. П. Затонецкая (1963) экспериментально установила, что засоление как высокодисперсных гидрофильных аральских глин, так и менее дисперсных и менее гидрофильных чоганских глин в природных условиях может происходить путем диффузионного перемещения солей из участков породы, более засоленных, к участкам, менее засоленным.

Диффузное передвижение солей имеет значение также в процессе солеудаления. В. Р. Волобуев (1948), оценивая роль диффузии в движении солей в почве, указывает, что ей должно быть удалено самое пристальное внимание, как фактору, способствующему солеудалению. Несмотря на малую скорость диффузии, она является весьма существенным фактором вымывания солей, если к оценке ее подойти с учетом почвенной структуры и, особенно, микроструктуры.

Вместе с этим В. Р. Волобуев отмечал и другую роль диффузии – ее поглащающее значение промывного эффекта при достаточно медленной фильтрации через почву. Значимость этого явления становится особенно понятной, если учесть уси-

ленную диффузию в сторону меньшей концентрации, т.е. в случае промывок — в сторону опресненных слоев.

Однако, несмотря на изложенное, процессы диффузии солей в почвах являются все еще мало изученными. Имеющиеся в литературе работы по диффузии солей в большинстве случаев относились к удобрительным солям (Мунц и Гандечон, 1909; Шошин, 1929; Сохасрабудд и Гокал, 1934; Гилис, 1935 и др.).

Работами Мунц и Гандечон (1909) показано, что при малой влажности (16,2 и 13,7%) чилийская селитра в супеси за 3 – 6 дней стояния не обнаружила передвижения в вертикальном направлении. А. А. Шошин (1929) установил, что при влажности почв 21,27% селитра в течение 3 месяцев переместилась на 20 см, сернокислые соли на 12,5 см, а суперфосфат — на 7,5 см. Сохасрабудд и Гокал (1934), исследовавшие диффузию  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , показали, что скорость движения этой соли увеличивается с повышением влажности почв и что она значительно больше при движении вниз, чем вверх и в горизонтальном направлении.

М. Б. Гилис (1935) изучал передвижение фосфат-ионов из суперфосфата, аммофоса и однозамещенного фосфата кальция в выщелоченном черноземе. Установлено медленное поднятие фосфат-иона (максимальное поднятие 7 см в течение 125 суток).

Попытка применить законы гидродиффузии к передвижению солей ( $\text{LiCl}$ ) в почвах была сделана впервые А. Ф. Лебедевым (1930). Автором установлено, что при незначительной влажности почвы (предполагается величина ниже максимальной гигроскопичности) соли не диффундируют. Если почва имеет пленочную или гравитационную влагу, то происходит активное движение солей в почвенном растворе. Далее автор указывает, что направление движения солей может совпадать или быть противоположным направлению движения воды.

Несколько позже аналогичную работу провел В. А. Чернов (1935), который выявил, что коэффициент диффузии солей линейно возрастает с увеличением влажности почвы (в диапазоне 15,5–36,3%).

В работе Б. Б. Полянова и С. А. Быстрова (1932) отмечена более быстрая диффузия хлоридов, чем сульфатов.

В. С. Титов (1922), изучавший диффузию солей ( $\text{KCl} + \text{NaCl}$  и  $\text{BaCl}_2 + \text{KCl}$ ) в воде, показал, что в этом случае при учете суммы хлоридов (в эквивалентах) процесс диффузии отклонений от законов Фика не имеет.

Данные, приведенные в работе Н. А. Комаровой (1937) по диффузии  $\text{NO}_3$  в почве и по диффузии  $\text{PO}_4$ , в песке, также подтверждают справедливость закона гидродиффузии Фика. Вопросами диффузии солей в почвах и глинистых породах занимались также С. И. Долгов (1937), В. А. Приклонский и Н. А. Окнина (1959).

Весьма интересная работа по изучению диффузии солей проведена Б. И. Философовым и М. М. Мехтиевым (1950). Эти авторы определяли диффузию солей уже присутствующих в грунтах, а не добавляемых в лишенную их грунтовую массу. В соответствии с этим обстоятельством коэффициенты диффузии солей определялись путем измерения скорости экстракции. Эти авторы в исследуемой ими грунтовой массе установили коэффициент диффузии для  $\text{Cl}$ -иона  $1,006 \text{ см}^2/\text{сутки}$ , для  $\text{SO}_4$ -иона —  $0,525 \text{ см}^2/\text{сутки}$ .

В. М. Прохоров, Чан-Динь-Ин (1963) в своих опытах исследовали коэффициент диффузии изотопов. Ими была выяснена малая диффузия  $\text{Ce}^{144}$ , что указывает на

весма низкую подвижность церия.

Переходя к изложению результатов наших опытов, напомним, что закономерность диффузии солей в воде, установленная Фиком (1885), подчиняется следующему уравнению:

$$\left( \frac{dc}{dt} \right)_x = K \left( \frac{d^2 c}{dx^2} \right)_t$$

где  $\left( \frac{dc}{dt} \right)_x$  - изменение концентрация солей в слое  $x$  со временем;

$K$  - константа (коэффициент диффузии);

$\left( \frac{d^2 c}{dx^2} \right)_t$  - изменение скорости падений концентраций от солевого раствора в воде.

Надо отметить, что закон гидродиффузии Фика не всегда может соответствовать диффузии солей в почве. Анионы, которые участвуют в процессе диффузии солей в почве, могут не поглощаться почвами ( $\text{NO}_3$  и  $\text{Cl}$ ), поглащаться ( $\text{PO}_4$ ) или же занимать промежуточное положение ( $\text{SO}_4$ ). Поэтому и закономерности передвижения этих анионов в почве будут различными. Одни соли (не поглощаемые почвой), диффундируя на неограниченные расстояния от места внесения, подчиняются закону Фика, а другие, пройдя определенный интервал от места внесения, поглощаются почвой и не подчиняются указанному закону.

Мы применяли в своих опытах соль, которая не поглощается почвой (хлористый натрий), и поэтому результаты диффузионного процесса должны были подчиняться гидродиффузионному закону Фика. Цель закладки опытов по диффузии хлористого натрия заключалась в том, чтобы выявить значение процесса диффузии в миграции и накопление солей в почвах с делювиальной формой засоления на подгорных равнинах Азербайджана.

Методика работы заключалась в следующем. Опытная почва (серо-бурая сильносолонцеватая, площадка 231, Кюровданский массив) до закладки эксперимента отмывалась от хлора (до содержания менее 0,007%). Поглощенный натрий составлял 24,5% от суммы поглощенных оснований. Механический состав почвы тяжелый (табл. 27).

Таблица 27

Механический и микроагрегатный состав опытной почвы  
(% на 100 г асб. сухой почвы)

Гигр. Влага	1-0,25 мм	0,25- 0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	0,005-0,001 мм	0,001 мм	Сумма <0,01 мм	Фактор дис- персн., %
Механический								
5,51	-	2,0	16,0	16,5	19,0	46,5	82,0	71,0
Микроагрегатный								
-	0,1	2,9	23,5	8,5	22,0	43,0	73,5	-

Опыты были поставлены в дюралюминиевых трубках диаметром 5 см и высотой 11,5 см. Трубки имели 9 прорезей на половину окружности. Первый прорез был сделан на расстоянии 2 см от открывающегося дна трубки, а все последующие – на

расстоянии 1 см один от другого. Прорези делались для того, чтобы через них определить в нем влажность и интересующий нас ион.

Для герметичности и предохранения внутренних стенок трубок от действия солевого раствора последние покрывались с обеих сторон чистым парафином, а на дно укладывалось определенное количество сухого хлористого натрия, растертого в фарфоровой ступке. Пространство над солью загружалось почвой, доведенной до необходимой влажности. Набитая почвой трубка закрывалась крышкой и покрывалась снаружи слоем парафина, чтобы избежать испарения влаги. После этого трубы взвешивались и помещались в термостат (при температуре 26°C). Перед вскрытием трубы были взвешены вновь. Вес их не изменился, что доказывает хорошую изоляцию почвы от внешней среды и отсутствие испарения.

Через определенные промежутки времени (15, 30 и 60 суток) в каждом варианте определялись влажность и концентрация хлора. Опытов с разными вариантами увлажнения было шесть. В каждом варианте было поставлено шесть параллельных трубок.

Для математической обработки полученных данных и вычисления коэффициента диффузии была использована общепринятая формула, являющаяся результатом частного решения второго закона Фика:

$$\lg c = \lg A - \frac{\lg c}{4Kt} x^2$$

где с - концентрация исследуемой соли;

К - коэффициент диффузии;

т - продолжительность опыта, сутки;

х - расстояние от места внесения соли;

А - постоянная величина.

Эта формула является уравнением прямой линии в отношении переменных величин  $\lg c$  и  $x^2$ . Если экспериментальные данные на координатной системе  $\lg c$  и  $x^2$  удовлетворительно укладываются на прямой, то можно считать, что закономерности гидродиффузии могут быть приняты и к течению процесса в наших опытах. Тангенс угла наклона этой прямой определяется из графика и представляет собой угловой коэффициент прямой:

$$\frac{\lg c}{4Kt} = \frac{0,4343}{4Kt} = \operatorname{tg} \beta$$

Таким образом, определяя графически угол  $\beta$ , легко можно найти коэффициент диффузии (К) по следующей формуле:

$$K = \frac{0,4343}{4Kt \operatorname{tg} \beta}$$

Было установлено, что независимо от степени увлажнения почв, процесс диффузии солей подчинялся закону гидродиффузии Фика.

Это наглядно иллюстрируется рис.13. Необходимо, однако, отметить, что степень увлажнения, как становится очевидным из графиков в табл. 28, ощутимо ускоряет процесс диффузии.

Процесс диффузии солей в течение 15 суток происходит при всех вариантах увлажнения. Однако количественное его выражение оказывается неодинаковым.

Таблица 28

Результаты определения коэффициента диффузии Cl-иона  
в серо-буровой сильносолицеватой почве

Расстояние от места внесения соли		Перво- начальная влажность, %	15 суток		Конечная влажность, %	30 суток		Конечная влажность, %	60 суток		Конечная влажность, %
$x$	$x_2$		$c$ Cl	$lg c$ Cl		$c$ Cl	$lg c$ Cl		$c$ Cl	$lg c$ Cl	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,25	16,53	2780	3,444	18,55	3434	3,535	20,22	2498	3,396	18,95
2	2,25	2386	3,377	18,05	2892	3,451	19,86	2442	3,337	18,62	
3	6,25	2192	3,340	16,96	2485	3,396	19,60	2350	3,371	17,67	
4	12,25	1645	3,215	16,61	2089	3,320	18,40	2258	3,354	17,28	
5	20,25	1129	3,053	16,94	1717	3,236	18,39	1935	3,286	17,29	
6	30,25	709	2,851	16,23	1310	3,117	17,31	1751	3,243	16,60	
7	42,25	108	2,033	15,72	788	2,897	16,86	1659	3,220	16,30	
8	56,25	32	1,505	15,31	787	2,69	16,78	1428	3,155	15,15	
9	72,25	23	1,362	15,27	272	2,435	15,66	1290	3,111	15,04	
10	90,25		23	1,362	15,54	226	2,354	15,18	1290	3,111	15,01
Коэф. диффузии			0,138			0,146			0,201		
1	0,25	21,01	3090	3,490	23,22	2802	3,447	23,94	2442	3,387	25,00
2	2,25	2365	3,425	23,11	2756	3,441	22,22	2396	3,330	24,56	
3	6,25	1151	3,061	22,79	2666	3,427	22,17	2259	3,354	22,81	
4	12,25	1134	3,053	22,33	2214	3,344	22,44	2258	3,354	22,95	
5	20,25	674	2,829	22,68	1807	3,258	21,77	2073	3,316	22,16	
6	30,25	365	2,5,2	23,53	1446	3,161	22,24	1843	3,265	21,82	
7	42,25	325	2,519	22,68	968	2,986	21,65	1751	3,243	21,86	
8	56,25	185	2,274	21,73	754	2,877	21,74	1659	3,220	20,57	
9	72,25	90	1,954	21,19	542	2,734	20,22	1520	3,182	20,79	
10	90,25		50	1,699	21,53	452	2,655	20,22	1474	3,167	20,47
Коэф. диффузии			0,179			0,170			0,343		
1	0,25	27,52	3660	3,563	30,09	3057	3,430	30,93	1981	3,297	30,72
2	2,25	3073	3,437	29,88	2575	3,410	30,74	1935	3,286	29,59	
3	6,25	2802	3,447	23,90	2304	3,362	30,24	1931	3,297	28,83	
4	12,25	2530	3,403	23,35	1943	3,288	22,52	1985	3,286	27,71	
5	20,25	1852	3,267	23,21	1531	3,199	28,19	1889	3,286	27,60	
6	30,25	1445	3,161	26,47	1356	3,134	27,42	1757	3,255	27,37	
7	42,25	950	2,978	26,44	1129	3,053	26,46	1751	3,243	27,07	
8	56,25	806	2,04	25,67	948	2,977	25,33	1705	3,230	26,04	
9	72,25	226	2,354	25,72	406	2,609	25,42	1613	3,207	25,30	
10	90,25		125	2,130	25,43	316	2,500	25,23	1613	3,207	25,26
Коэф. диффузии			0,167			0,250			0,670		
1	0,25	28,61	3027	3,481	30,26	2756	3,441	32,27	2027	3,307	29,96
2	2,25	2711	3,433	30,24	2937	3,468	31,65	1935	3,236	28,99	
3	6,25	2575	3,410	30,68	2485	3,394	30,29	1981	3,297	28,90	
4	12,25	2778	3,318	29,53	2304	3,362	29,74	1935	3,286	28,88	
5	20,25	1175	3,068	28,18	1943	3,288	28,96	1889	3,276	28,84	
6	30,25	1039	3,017	29,99	1627	3,212	28,99	1843	3,265	28,73	
7	42,25	587	2,769	28,8	1401	3,146	28,22	1797	3,255	28,44	
8	56,25	532	2,726	26,13	1129	3,053	26,10	1751	3,243	27,67	
9	76,25	452	2,655	26,06	994	2,997	26,77	1751	3,243	27,63	
10	90,25		361	2,553	26,76	904	2,956	26,51	1659	3,220	27,42
Коэф. диффузии			0,338			0,280			0,780		

Окончание таблицы 28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,25	30,18	2231	3,348	31,19	1627	3,212	31,36	1843	3,286	32,53
2	2,25		2115	3,324	31,25	1581	3,199	31,84	1981	3,297	31,16
3	6,25		1771	3,248	30,54	1265	3,100	31,34	1981	3,297	31,00
4	12,25		1641	3,215	30,75	1265	3,100	31,06	2027	3,297	30,96
5	20,25		1338	3,127	30,13	1084	3,033	30,73	2027	3,297	30,24
6	30,25		1030	3,013	30,48	1034	3,013	30,54	1981	3,307	30,25
7	42,25		759	2,880	30,83	994	2,997	30,73	1981	3,307	30,59
8	56,25		562	2,750	30,60	904	2,956	30,22	1981	3,297	20,87
9	72,25		451	2,954	29,53	805	2,904	29,46	1981	3,297	29,88
10	90,25		361	2,558	29,48	723	2,859	29,03	1935	3,265	29,24
Коэффиц. диффузии			0,380			0,431			0,450		
1	0,25	32,07	2838	3,453	33,83	1220	3,086	33,23	1985	3,286	34,09
2	2,25		2512	3,400	33,58	1220	3,086	33,51	1981	3,297	33,92
3	6,25		2440	3,387	32,46	1175	3,063	33,81	2027	3,307	33,58
4	12,25		2231	3,348	32,33	1084	3,033	32,68	1981	3,297	33,46
5	20,25		1735	3,238	32,72	994	2,977	32,27	1981	3,297	32,96
6	30,25		1338	3,171	32,80	806	2,906	31,83	1981	3,297	32,25
7	42,25		1012	3,094	32,35	754	2,877	31,25	1935	3,286	31,74
8	56,25		795	2,900	30,38	723	2,859	31,65	1935	3,286	30,94
9	72,25		615	2,789	30,15	633	2,801	31,05	1935	3,286	30,22
10	90,25		451	2,654	30,96	542	2,734	30,67	1889	3,276	30,90
Коэффиц. диффузии			0,338			0,402			0,450		

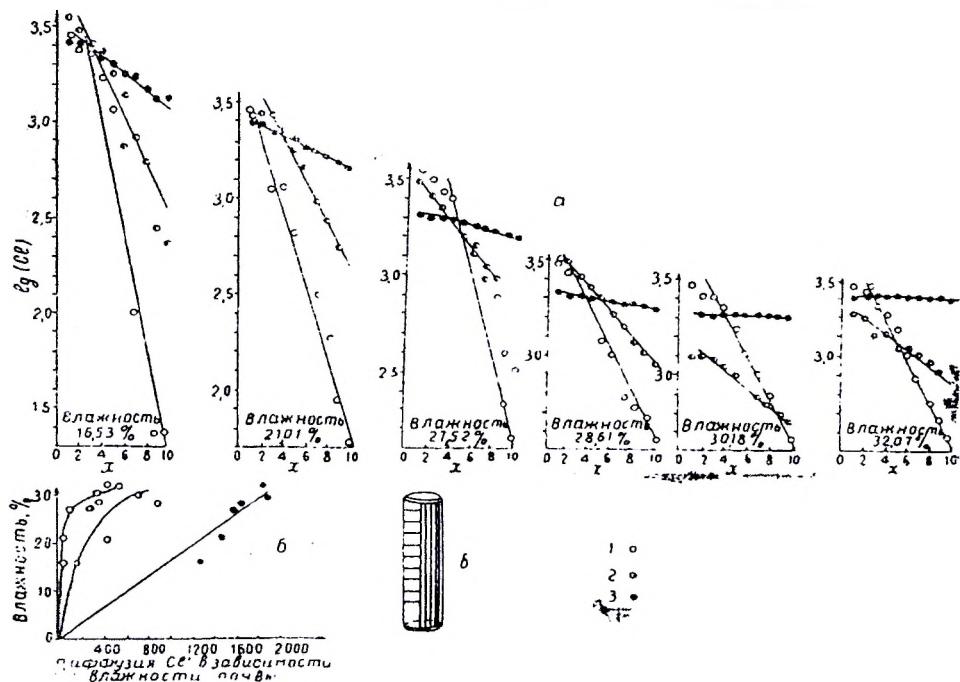


Рис. 13. Диффузия хлор иона: а – диффузия хлор иона в зависимости от продолжительности времени при различной степени увлажнения; б – диффузия хлор иона в зависимости от влажности почвы; в – цилиндр для проведения опыта по диффузии солей.

Продолжительность диффузии: 1 – 15 суток; 2 – 30 суток; 3 – 60 суток.

Наименьшая величина характеризует цилиндры, где почва увлажнена до 16,5% по весу. Увеличение степени увлажнения способствует усилию диффузии солей. В вариантах с влажностью 30% она оказывается почти в 20 раз большей, чем в первом варианте (влажностью 16,5%). Аналогичные соотношения обнаруживаются и за другие промежутки времени (30 и 60 суток, см. табл. 28).

Увеличение содержания влаги резко усиливает процесс выравнивания солевых концентраций не только при больших, но и при малых промежутках времени. Так, если продолжить кривую диффузии Cl-иона за 15 суток (см. рис. 13 б) в область более высокой влажности (порядка 40-45%), то она пересечется с кривой диффузии за 60 суток. Это говорит о том, что процесс диффузии в данной почве идет с такой интенсивностью, что при достаточно высоком насыщении водой выравнивание солевых концентраций в ней может быть достигнуто за значительно более короткий промежуток времени.

Степень увлажнения почв оказывает влияние на коэффициент диффузии солей. Он повышается с увеличением влажности (см. рис. 19 а). В почве, имеющей 16,5% влаги, коэффициент диффузии колеблется в пределах от  $0,133 \text{ см}^2/\text{сут}$  (при сроке 15 суток) до  $0,147 \text{ см}^2/\text{сут}$  (при сроке 30 суток) и  $0,201 \text{ см}^2/\text{сут}$  (60 суток). Если почва имела 22% влаги, коэффициент диффузии Cl-иона заметно увеличивался (до 0,179; 0,170 и  $0,343 \text{ см}^2/\text{сут}$  соответственно). Аналогичное соотношение отмечалось и в остальных вариантах опыта (см. табл. 28). В опытах также было обнаружено движение воды к месту внесения соли. Самое высокое содержание влаги отмечается в нижнем слое цилиндра, куда вносилась соль. Затем она постепенно уменьшается к верхним слоям.

Подобное явление обнаружено и в опытах Л. С. Витинг, А. А. Шошина, В. А. Чернова. Последний, основываясь на теории растворов, объясняет передвижение воды к месту внесения соли различной упругостью шаров раствора и растворителя, что, на наш взгляд, является совершенно правильным. Известно, что упругость пара растворителя над раствором всегда ниже упругости пара над чистым растворителем и что понижение упругости пара зависит от концентрации раствора. Следовательно, вода в форме пара должна передвигаться к слою с солью. Пар здесь будет конденсироваться и ускорять растворение соли.

При увеличении влажности в месте внесения соли, последняя начинает диффундировать, вследствие чего градиент упругости пара от слоя, где внесена соль, по направлению вверх уменьшается. Когда соль передвинется во второй слой, вода будет конденсироваться и накапливаться в этом слое за счет следующего (третьего) слоя. Постепенно в движение в определенной степени будут вовлекаться все слои почвы вплоть до последнего – верхнего. Таким образом, динамика содержания влаги будет управляема градиентом упругости пара в различных слоях почвы.

В опытах В. А. Приклонского и Н. А. Окниной (1959) отмечалось обратное движение воды. Эти авторы выявили, что после окончания опыта в нижней части трубы, куда вносилась соль, влажность грунта резко уменьшается, в верхней части она остается равной первоначальной. Такое перераспределение влаги они объясняют влиянием осмоса. Это объяснение представляется нам необоснованным.

Данные, приводимые авторами, свидетельствуют, что запас воды в грунтах опытных трубок после завершения опыта не соответствует первоначальному. По-

сле окончания опыта он значительно уменьшился, что, видимо, связано с влиянием испарения вследствие нарушения герметичности. Уменьшение запаса воды в опытных трубках обнаруживалось и в экспериментах Н. А. Комаровой (1937) и частично В. А. Чернова (1939).

В результате наших опытов установлено, что коэффициент диффузии изменяется в зависимости от продолжительности опыта. При больших сроках коэффициент диффузии заметно увеличивается. Это особенно четко выявляется в опытах с большой влажностью почв. Вероятно, этому способствовала малая высота наших цилиндров.

Изменение коэффициента диффузии солей отмечалось и в опытах А. А. Шошина (1929) и Н. А. Комаровой (1937), с чем не соглашается В. А. Чернов (1935), хотя и в его опытах обнаруживаются некоторые отклонения. Аналогичное явление наблюдалось и в опытах В. А. Приклонского и Н. А. Окиной (1959).

Резюмируя изложенное, можно сделать вывод, что скорость диффузии Cl-иона в почвах с делювиальной формой засоления может быть достаточно высокой. Она зависит от степени увлажненности и физического состояния почв. Можно предположить, что в формировании солевых профилей почв с делювиальной формой засоления существенное значение имеет и миграция солей путем диффузии.

Для возникновения процесса диффузии солей в почвах с делювиальной формой засоления в условиях Азербайджана имеются необходимые условия. Как видно из данных водно-солевой динамики исследуемых почв (см. гл. VI-VII), средняя часть почвенного профиля почти в течение всего года оказывается в более засоленном и иссушенному состоянии, тогда как верхний слой почв периодически (особенно в осенне-зимний и, частично, в весенний периоды года) находится в состоянии высокого увлажнения и имеет незначительное засоление. Это создает благоприятные условия для процесса диффузии солей.

Формирование солевых профилей здесь, вероятно, в определенной степени обуzano этим явлением и вытекает из опытов по диффузии солей, проведенных А. Ф. Лебедевым (1930). Им была поставлена серия опытов, в которых соприкасались два почвенных слоя с разной степенью увлажнения. В одних случаях соли были насыпаны под сухим слоем, в других – под влажным. Несмотря на это, диффузия возникала в обоих случаях. А. Ф. Лебедев пришел к выводу, что если соприкасаются два слоя почвы, из которых один имеет гигроскопичную влажность и содержит соль, а другой имеет пленочную или гравитационную влажность и не содержит соли или содержит ее меньше, чем первый слой, то вода движется в направлении к слою с гигроскопической влажностью, а соль – к слою с пленочной или гравитационной влажностью.

С этой точки зрения водно-солевой режим почв с делювиальной формой засоления в условиях подгорных равнин Азербайджана благоприятствует возникновению процессов диффузии солей и перемещению таким путем легкорастворимых солей из глубоколежащих горизонтов в верхние слои. Естественно, что при этом большую роль играет скорость диффузии, так как от нее зависит интенсивность накопления солей.

Опытами многих ученых выявлено, что скорость диффузии различна как для каждой соли, так и для каждой почвы. А. А. Шошин (1933) в лабораторных опытах

обнаружил более быстрое передвижение хлора из соли хлористого кальция, чем из хлористого бария и еще медленнее из хлористого натрия. В опытах С. И. Долгова (1937) хлор, внесенный внизу сосуда в виде хлористого натрия, за 30- 40 суток поднялся на высоту 10 см через сечение около 20 см в количестве около 2,5 мэкв. Д. В. Иванов (1930) на основании специально поставленного опыта по скорости диффузии пришел к заключению, что для проникновения иона хлора через столб почвы высотой 37,5 см необходимо не менее 3 месяцев. А. С. Вознесенский (1940) в обобщенной таблице дал скорость диффузии для сернокислых солей. Из этой таблицы видно, что в выщелоченном черноземе скорость изменяется в пределах  $5,5 \cdot 10^{-6}$  (при влажности 14%)-  $1,1 \cdot 10^{-5}$  (при влажности 28%).

Наши опыты с хлор-ионом показали довольно высокую скорость диффузии солей. При этом, как видно из табл. 28, хлор при влажности 16,5% в почве в течение 15 суток диффундирует на высоту 10 см. Содержание хлора на этой высоте составляет 0,23% (на абсолютно сухую почву). При влажности почвы 22% концентрация хлора увеличивается более чем в два раза, при влажности 27,5% на указанной высоте обнаруживается 0,125% хлора. Увеличение содержания влаги в опытной почве еще на 4,5% способствует повышению количества хлора на высоте 10 см до 0,451%.

Таким образом, процесс диффузии солей может явиться весьма существенным фактором в явлениях миграции и накопления солей в почвах с делювиальной формой засоления. Это дает нам основание утверждать, что периодическое соленакопление, обнаруживаемое в верхнем слое почв с делювиальной формой засоления, а также профиль с максимумом соленакопления на некоторой глубине от поверхности, характерные для исследуемых почв, обязаны не только испарению капиллярно-подвешенной влаги и дескуции растений, но в значительной степени и диффузным перемещениям солевых масс из глубинных засоленных горизонтов почв. Это подтверждается периодическим уменьшением солесодержания в этих горизонтах почв.

#### *IV. Влияние орошения на перемещение солевых масс*

В засолении почв делювиальных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления следует учитывать и влияние оросительных вод.

Изучением влияния орошения на процессы засоления и рассоления почв занимались многие исследователи (Димо, 1911; Малыгин, 1913; Коньков и Петров, 1929; Федоров, 1930, 1934; Лопато, 1932; Ковда, 1937, 1941, 1946; Розанов, 1940, 1946, 1948, 1956, 1958; Бирюкова, 1942, 1946, 1957; Волобуев, 1948, 1951, 1958; Егоров, 1956; Захарына, 1958; Муратова, 1952 и др.). Обобщающими работами В. А. Ковды (1936, 1946) и А. Н. Розанова (1946, 1948, 1956, 1958) в достаточной мере выяснена связь вторичного засоления почв с первичным естественным засолением и с различными сторонами хозяйственной деятельности человека, а также показана определенная стадийность в формах проявления вторичного засоления на орошаемых землях.

Большая работа по изучению роли орошения в засолении и рассолении почв

проведена в Азербайджане (Бибарсова, 1958, 1961, 1962; Абдуев, 1958, 1959, 1960; Султанов, 1960, 1961; Таиров, 1958; Багиров, 1962; Мурадов, 1964 и др.). В. Р. Волобуевым (1964) дана зависимость, количественно описывающая процессы засоления и рассоления почв орошаемых районов, применимая также к условиям подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления.

Почвы подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления подвергались в последние годы частичному освоению и орошению. Орошаются относительно большая площадь в Мильской степи, в Южной Мугани, в Сиазань-Сумгaitском массиве и на Боздагской делювиальной равнине. За исключением Мили и Мугани, почвы осваивались в условиях отсутствия коллекторно-дренажной сети и без предварительной промывки, что в большинстве случаев приводило к ухудшению мелиоративного состояния.

Подсчеты, сделанные нами, показывают, что только на делювиальные равнине Южной Мугани и Мильской степи, где почвы с 1930 г. сравнительно интенсивно используются под орошающее земледелие, поступление солей с оросительными водами в год составляет 366 тыс. м (252 тыс. м для Южной Мугани и 174 тыс. м для Мильской степи). Это могло бы в значительной степени повышать запасы солей в почвах этих районов, однако в связи с тем, что территория названных массивов хорошо дренирована, оросительные воды здесь не могут быть источником сколько-нибудь существенного соленакопления.

Как известно, в орошающем земледелии причиной засоления почв, особенно в условиях плохой дренированности, является не столько орошение как таковое, а наличие солей в почвогрунтах до орошения. Орошение главным образом перераспределеляет запасы солей, имевшиеся в почвах. Наблюдения за солевым режимом орошаемых земель на недренированных участках делювиальных равнин Азербайджана показали, что при наличии уплотненного водонепроницаемого горизонта на глубине 40 – 50 см и сильном засолении почвы с этой глубины (что характерно для большинства почв с делювиальной формой засоления) применение здесь излишних оросительных норм способствовало перемещению солей из нижних слоев и усиленному засолению верхних горизонтов почвы.

Так, в условиях Сиазань-Сумгaitского массива почвы освоенных территорий в основном использовались под зерновые культуры, небольшие площади – под бахчевые. Практикующийся здесь способ орошения (путем напуска больших количеств воды) приводит к тому, что вода застаивается из-за сильной солонцеватости и уплотненности почвогрунта и образует на небольшой глубине верховодку. При высоких температурах начинается восходящее перемещение солевых растворов, что приводит к постепенному засолению поверхностных горизонтов почв. Засоление верхних горизонтов почвы за счет перераспределения солевых запасов из более глубоких слоев особенно заметно ощущается тогда, когда промачивание почвы при поливах достигает этих солевых горизонтов. Избыточная поливная вода, временно задерживаясь в соленосном менее водопроницаемом слое, растворяет имеющиеся там легкорастворимые соли и превращается в более концентрированный раствор, который в дальнейшем служит источником капиллярных солевых токов к поверхности почвы. После полива от воды освобождаются прежде всего бугорки, которые при подсыхании выступают в роли сухого дренажа, к которому направляются ка-

пиллярные солевые токи с окружающих более увлажненных понижений.

Как следствие отмеченных явлений можно рассматривать широко распространенные солончаки<sup>15</sup> у сс. Зорат, Ситалчай и Кильзи. Лет 8 – 10 тому назад на этих местах колхозники получали хорошие урожаи зерновых культур. Но наличие уплотненного водонепроницаемого горизонта на глубине 40 – 50 см и сильное засоление почвы на этой глубине в результате применения здесь излишних оросительных норм (воды Самур-Дивичинского канала) способствовали усиленному засолению верхних горизонтов почвы и уменьшению из года в год урожайности зерновых. Это привело к тому, что указанные земли стали непригодными и уже несколько лет заброшены. Поверхность их сплошь покрыта кристалликами легкорастворимых солей.

Чтобы непосредственно установить восходящее перемещение солевых масс в условиях почв с делювиальной формой засоления, мы наблюдали за солевым режимом почв, находящихся под фруктовыми садами на Боздагской делювиальной равнине и под хлопчатников в Кюровдагском массиве.

Почвы Боздагской делювиальной равнины (Мингечаурской плодово-овощной совхоз) в исходном состоянии (до освоения) характеризовались небольшой засоленностью (0,1 – 0,2%) верхнего полуметрового слоя и сильной засоленностью (1,3 – 1,5%) нижележащих горизонтов. В верхнем слое преобладал бикарбонат кальция, ниже 50 см доминировал хлористый натрий (более 50% от общего количества солей). Почвы в силу высокой солонцеватости с поверхности сильно растрескивались, обладали явно выраженным очень плотным оглиненным иллювиальным водонепроницаемым горизонтом. На участке не была произведена планировка. Он поливался очень часто способом затопления. За вегетационный период давалось 9–10 поливов, каждый раз по 1000 – 120 м<sup>3</sup>/га (вода р. Куры).

Орошение без предварительного осуществления мелиоративных мероприятий в течение десяти лет освоения земель привело к неблагоприятным результатам. Фруктовые деревья до 3 – 4 лет росли вполне удовлетворительно. После этого некоторые из них начали постепенно засыхать и гибнуть (рис. 20). С течением времени число засохших деревьев увеличивалось. Анализ образцов почв участка показал, что за истекший период в верхнем 60-сантиметровом слое содержание солей в среднем увеличилось на 0,52%, из которых 0,1 – 0,3% (против 0,07 – 0,04% исходного) падает на долю хлористого натрия.

Такое же явление, однако еще более выраженное, наблюдалось на хлопковом поле в условиях Кюровдагского массива. Здесь в 1957 г. часть массива использовали под хлопчатник. Верхний слой почвы (до глубины 30 – 50 см) был пресным; в глубоколежащих горизонтах так было много хлора (0,3 – 0,5%). В первый год освоения хлопчатник дал дружные всходы и чувствовал себя хорошо. Однако уже на второй год число и площади оголенных пятен еще более увеличились и на них появились выцвети солей.

Анализы этих почв показали, что за три года здесь произошло существенное перемещение солей из более засоленных нижних горизонтов в пресные верхние слои. Так, если в начале освоения в 50-сантиметровом слое солесодержание в среднем

<sup>15</sup> Здесь и в последующих примерах грунтовые воды залегают глубоко (8 – 10 м от поверхности земли).

составляло 0,3%, то по истечении трех лет оно увеличилось до 0,7 – 0,8%. В верхнем 10-сантиметровом слое плотный остаток составлял около 2%, причем в составе солей преобладали хлориды (содержание хлор-иона доходило до 0,7%). Перемещение солей обнаружено и на поле с относительно хорошим развитием хлопчатника. Здесь для полуметрового слоя увеличение количества солей в среднем составляло около 0,2 – 0,3%.

Таким образом, из приведенных фактов становится очевидным, что перемещение солей при орошении характерно для почв с делювиальной формой засоления. Освоение засоленных земель делювиального происхождения при наличии коллекторно-дренажной сети дало иные результаты, которые изложены во второй части настоящей работы.

## ГЛАВА VI

### ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Передвижение веществ в почвенной толще происходит главным образом в виде растворов, истинных или коллоидальных, и, следовательно, самым тесным образом связано с передвижением воды. Поэтому мы в своих исследованиях уделяли серьезное внимание водному режиму засоленных почв делювиального происхождения.

Изучению водного режима почв посвящены труды многих ученых. Мы не будем останавливаться на состоянии изученности этого вопроса, так как это не входит в нашу задачу. Отметим лишь крупные работы, в которых рассмотрены общие вопросы режима влажности почв в той или иной почвенной зоне.

Если не считать отрывочных исследований В. Р. Ротмистрова, Блинова, А. А. Бычихина и других, началом специальных исследований в этом направлении можно считать работы А. А. Измаильского, вошедшие в его классический труд «Влажность почвы и грунтовые воды» (1894).

Крупный вклад в изучение водного режима почв внесен Г. Н. Высоцким (1901, 1902, 1904, 1905, 1932, 1934, 1938). Им заложены основы учения о водном режиме почв. Г. Н. Высоцкий выделил следующие основные типы режима увлажнения, каждый из которых характерен для определенного типа почвообразования: 1) экссудационный – выпотной тип режима увлажнения (характерен для солончакового типа почвообразования); 2) водный режим пермацидного – промывного типа увлажнения (специфичен для подзолистого типа почвообразования); 3) импермацидный – непромывной режим увлажнения (присущ почвам степного типа почвообразования). Кроме того, Г. Н. Высоцким выделяется и периодический промывной тип водного режима. Эти типы режима увлажнения почв нашли общее признание.

Детальные и всесторонние исследования водного режима почв проведены Н. А. Качинским (1925, 1932) и С. А. Васильевым (1937, 1950), в трудах которых, помимо режима влажности почв, подробно разработана методика полевых исследований и вычислены водные балансы почв. В трудах А. Ф. Большакова (1946, 1950) охарактеризовано передвижение влаги и режим влажности почв степного типа почвообразования. Работы С. И. Долгова (1946, 1948) посвящены изучению форм и состояния влаги в почвах. Он выделяет три различные формы воды в почве (сортированная, свободная и парообразная).

В. А. Ковда (1946), обобщая все имеющиеся материалы по водно-солевой динамике, установил три основных типа режима влажности почв в орошаемых зонах:

а) элювиальное увлажнение, характеризуемое отсутствием грунтового подпитывания влагой снизу, наличием просущенного мертвого горизонта, изолирующего верхние увлажняемые атмосферными осадками толщи почв от нижележащих;

б) пленочно-капиллярное грунтовое увлажнение. Для этого типа характерен, кроме увлажнения почвенных горизонтов сверху влагой атмосферных осадков, медленный приток влаги снизу от грунтовых вод, лежащих на глубине 4 – 6 м;

в) капиллярно-грунтовое увлажнение, которое характеризуется преобладающим в течение года увлажнением всего профиля почвы капиллярными растворами, восходящими от грунтовых вод, достигающими поверхности и испаряющимися с нее. Грунтовые воды в них залегают обычно на глубине 1,5 – 3 м, а иногда и меньше.

В. Р. Волобуев (1951) различает 9 видов водного режима почв: эфемерный, аккумулятивный, аккумулятивно-глубинный, аккумулятивно-инфилтратионный, пленочно-контактный, капиллярно-контактный, капиллярно-пленочный, капиллярный и болотный.

М. С. Цыганов (1955) свою разработку по водному режиму почв попытался приложить к классификации почв.

Большую работу по изучению водного режима почв провел А. А. Роде (1950, 1956). Он сгруппировал почвы по режиму увлажнения в следующие пять типов, подразделяющихся на группы и подтипы:

Тип I. Мерзлотные режимы.

Тип II. Промывные и периодически промывные режимы.

Группа А. Промывные (с подтипами: таежным, полуболотным, болотным, грунтово-таежным, грунтово-полуболотным, грунтово-болотным, таежно-глубокопромывным);

Группа Б. Периодически промывные (с подтипами: лесостепным, степным, потускулярным).

Тип III. Непромывные режимы (с подтипами: степным с мощным сухим горизонтом и степным).

Тип IV. Выпотные режимы (с подтипами: лугово-степным, луговым; выпотным).

Тип V. Ирригационные режимы.

Таким образом, из краткого литературного обзора видно, что последующие после Г. Н. Высоцкого работы по изучению водного режима почв несколько дополнили и детализировали типы, выделенные Г. Н. Высоцким, однако основные принципы подразделения, предложенные им, сохранились. Все это говорит о том, что вопрос о водном режиме почв нашел свое правильное решение по мере появления новых материалов по режиму влажности почв, развивается, детализируясь и уточняясь.

Наши стационарные исследования осуществлялись путем периодического (раз в полтора-два месяца) взятия образцов почвы на определение содержания влаги и солей в двух трехкратной повторности. Определение влажности производили методом сушки.

Солесодержание определялось в смешанных образцах (из двух-трех раздельно взятых). Кроме того, в ряде случаев были проделаны анализы индивидуальных образцов по каждой повторности, что позволило судить о пестроте засоления почвенного покрова.

Исследования по изучению водо-солевого режима почв производили по генетическим горизонтам. Для каждой площадки составлены хроноизоплеты. Подобные же графики составлены и по результатам определения плотного остатка.

Стационарные исследования проводились в пределах делювиально-пролювиальных наклонных равнин Юго-Восточной Ширвани (склоны Кюровдага, Бабазанана и Харами), Сиазань-Сумгайтского массива и Мильской степи. В пределах указанных массивов заложено восемь стационарных профилей, (см. рис. 1), на каждом из которых выделено несколько площадок, являющихся постоянными точками для проведения стационарных исследований по водно-солевой динамике почв.

Следует указать, что стационарными площадками была охвачена почти вся гамма почвенных разностей, характерных для делювиально-пролювиальных наклонных равнин указанных массивов, а также условий сельскохозяйственного освоения земель. Названия и подробные характеристики этих почв даны в приложении. В связи с этим в характеристике водно-солевой динамики почв для удобства будем пользоваться только номерами площадок. Но чтобы дать необходимое представление об особенностях водно-солевой динамики почв отдельных участков и массивов в целом, мы считали целесообразными изложить материалы по динамике влажности и засоления для каждого массива отдельно.

## ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ РАВНИН ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ШИРВАНИ

Рассмотрение данных по динамике влажности почв Хараминского, Кюровдагского и Бабазанского массивов обнаруживает исключительно широкие различия в ходе почвенной влажности на протяжении годового цикла. Наряду с площадками, отличающимися наличием периода большего иссушения, имеются площадки с периодическим или более устойчивым увлажнением. Велики различия и в почвенной мощности толщи, охваченной интенсивными изменениями почвенной влажности. Однако наряду с этим явственно намечаются некоторые общие закономерности в динамике влажности почв характеризуемых массивов. Это говорит о целесообразности и необходимости рассмотрения водного режима почв по отдельным зонам делювиальных склонов Юго-Восточной Ширвани.

Верхняя зона делювиальных склонов Юго-Восточной Ширвани в пределах Хараминского, Кюровдагского и Бабазанского массивов характеризуется развитием карганно-полынно-эфемеровой растительности. Уклоны здесь велики ( $1^{\circ}6'$ ). Микрорельеф выражен в виде эрозионных промоин. Содержание влаги наиболее динамично в верхнем 50 – 80-сантиметровом слое почвы. Изменение содержания влаги находится в зависимости от климатических условий.

Летний период 1955 г. был очень сухой (годовая сумма осадков составляла 232  $мм$ ): за три месяца (август – октябрь) выпало всего 44  $мм$  осадков, тогда как температура воздуха в этот период колебалась в пределах  $16,4 - 24,5^{\circ}C$ . В связи с этим сильное иссушение охватило почву до глубины около 80  $см$  от поверхности (рис. 14–16, площадки 230, 236, 238). Выпадение большого количества (70  $мм$ ) атмосферных осадков осенью при относительно низкой температуре способствовало заметному увеличению

влагосодержания в верхнем слое почвы, которое продолжалось до конца года. В этот период содержание влаги в указанном слое доходило до 20%<sup>16</sup>.

1956 г. был относительно влажным (годовая сумма осадков составляла 338 мм). Поэтому зимой этого года содержание влаги и характеризуемом слое почвы продолжало увеличиваться и достигло в 20-сантиметровом верхнем слое 25%. С конца зимы содержание влаги в верхнем слое постепенно уменьшалось, а с конца весны и до начала октября указанный слой иссушался до предельного состояния (влажность 40-сантиметрового слоя не превышала 10%, а 10 – 15-сантиметрового слоя уменьшилась почти до состояния гигроскопической влажности).

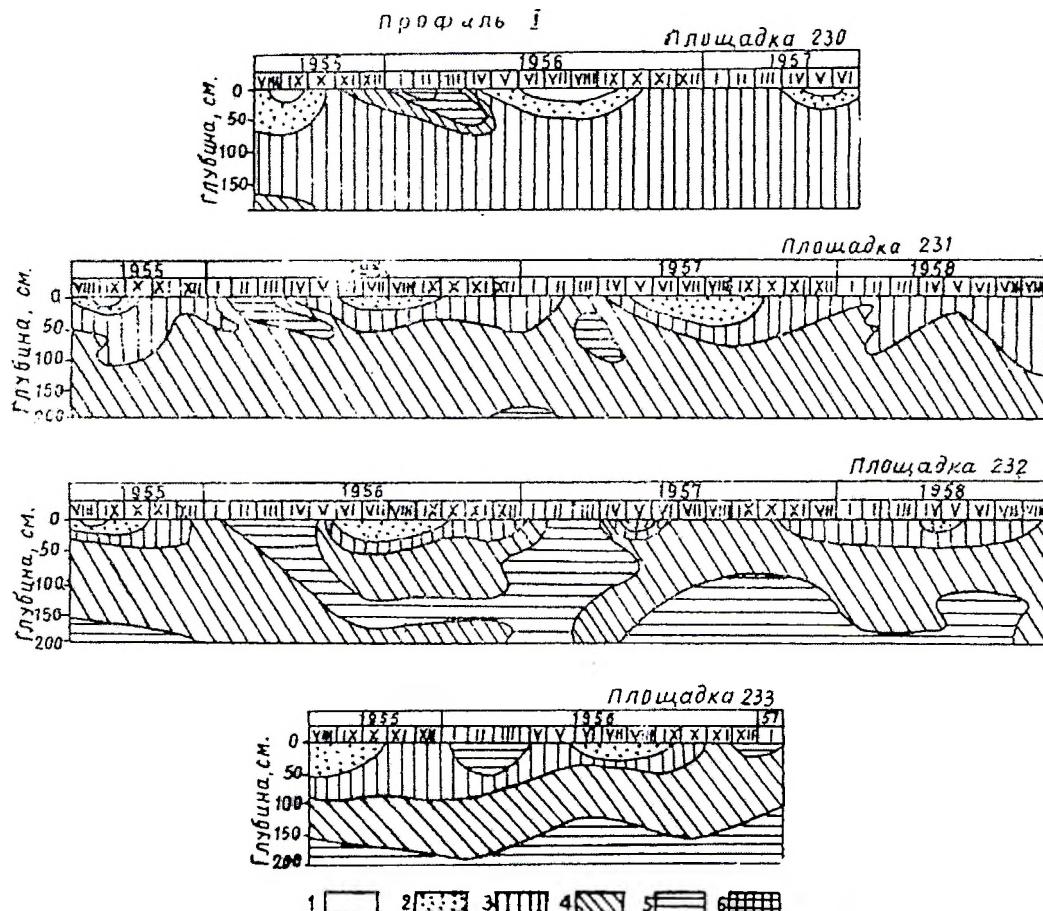


Рис. 14. Динамика влажности почв в условиях подгорной равнины Кюроводагского массива. Содержание влаги в почве: 1 – меньше 5%; 2–5–10%; 3–10–15%; 4–15–20%; 5–20–25%; 6–25–30%.

Увеличение содержания влаги в указанном слое отмечалось и в осенне-зимний период следующего года, но в условиях относительно сухого 1957 г. (годовая сумма осадков 231 мм) влажность почв не достигла уровня ее в осенне-зимний период

<sup>16</sup> Здесь и далее содержание влаги дано в процентах на 100 г абсолютно сухой почвы.

предыдущего года. В это время влажность почвенного профиля имела монотонный характер. Содержание влаги по всему профилю колебалось в пределах 10–15% и к летнему периоду в верхнем слое уменьшилось еще больше. Как видно из изложенного, почвы верхней зоны делювиальных склонов Юго-Восточной Ширвани промачиваются в среднем на 30–50 см от поверхности.

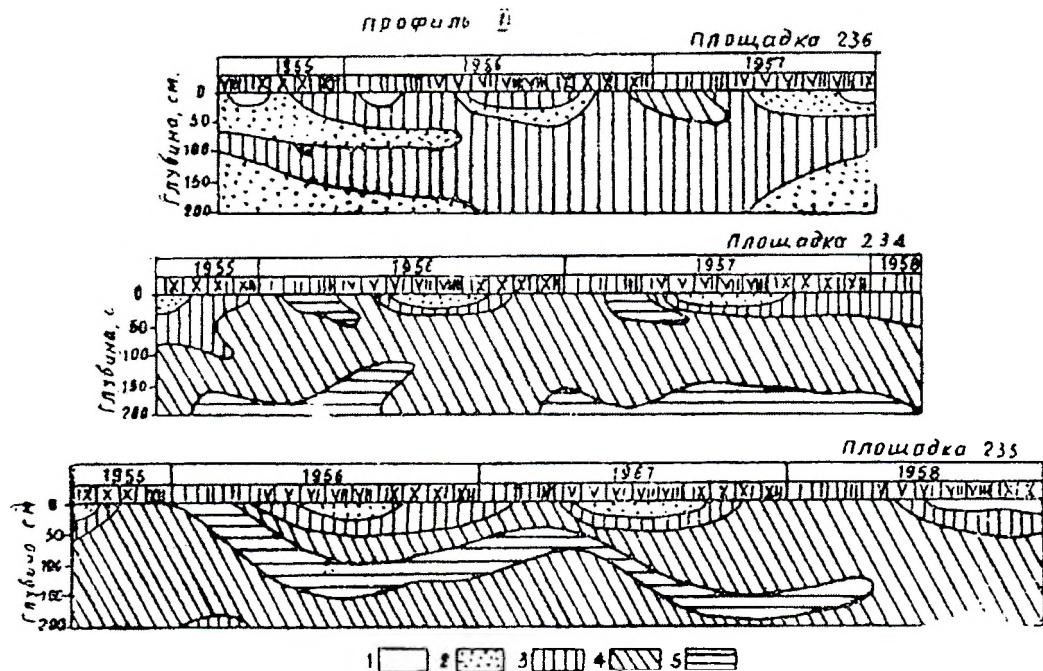


Рис. 15. Динамика влажности почв в условиях подгорной равнины Кюровдагского массива. Содержание влаги в почве: 1 – меньше 5%; 2–5–10%; 3 – 10–15%; 4–15–20%; 5 – 20–25%.

Глубже так называемого активного динамичного верхнего слоя влагосодержание имеет практически почти неизменный характер. Здесь до глубины почти двух метров содержание влаги в период всех наблюдений колеблется в пределах 10–12% (см. рис. 14, пл. 230). В некоторые периоды года влажность отдельных горизонтов достигает 13–14%. В сентябре 1955 г. на глубине 170–200 см отмечалось несколько повышенное содержание влаги, достигающее 18%.

Описанный режим влажности, в частности иссушение глубжележащих слоев, характерен также для почв верхней зоны делювиальных склонов Хараминского массива (см. рис. 16, пл. 239) и второго профиля Кюровдагского массива (см. рис. 15, пл. 236). Эти почвы отличаются минимальным содержанием влаги (5–10% и меньше) в глубоких горизонтах на протяжении всего периода наблюдений. Несмотря на это, влажность указанного слоя отличается большой динамичностью.

Иссушенность этого слоя объясняется тем, что атмосферные осадки не просачиваются в нижележащих горизонтах из-за того, что в средней части профиля имеется очень уплотненный, как бы скементированный слой, препятствующий просачиванию не только атмосферных осадков, но и вод делювиальных потоков. Из-за боль-

шого уклона поверхности осадки и образующиеся при этом делювиальных потоки скатываются по склону в пониженные участки. В то же время солянковая растительность, пышно развитая здесь, транспортирует влагу нижних слоев почв и способствует их иссушению.

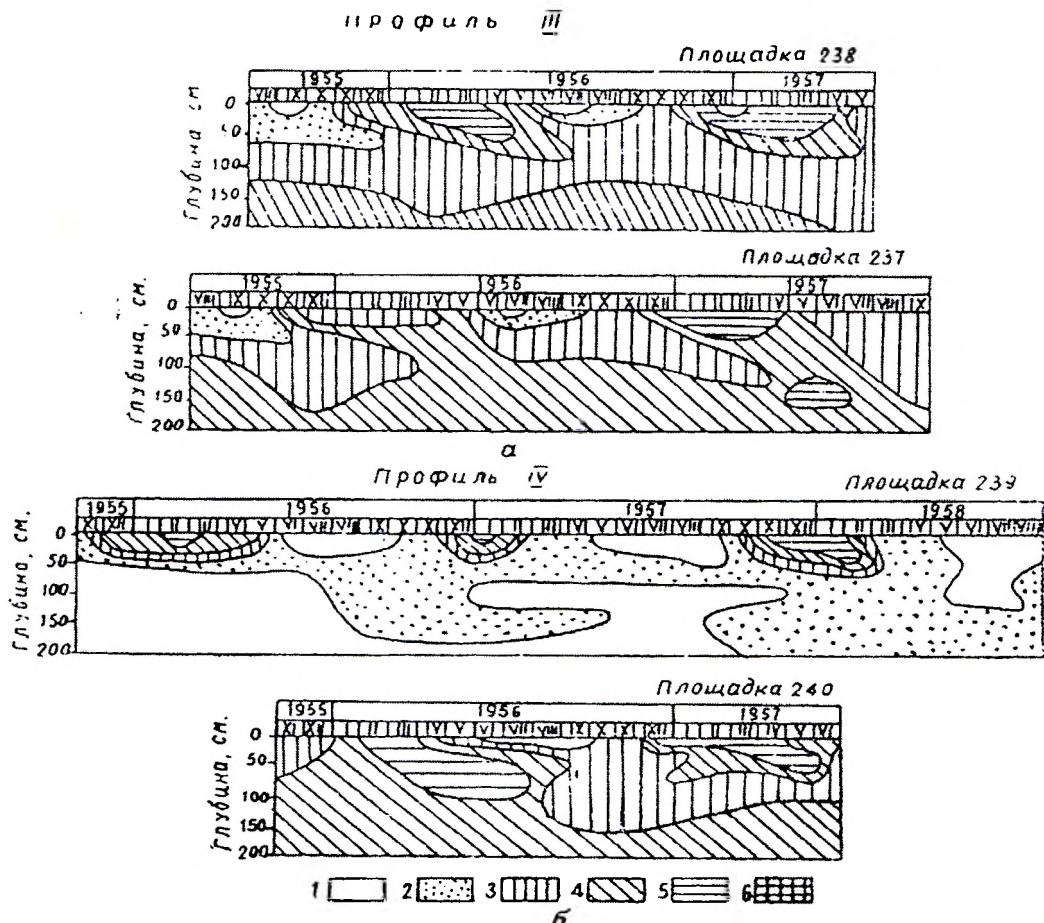


Рис. 16. Динамика влажности почв в условиях подгорных равнин Бабазанского (а) и Хараминского (б) массивов. Содержание влаги в почве: 1 – меньше 5%; 2–5–10%; 3–10–15%; 4–15–20%; 5–20–25%; 6 – 25–30%.

В средней зоне делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани развита полынно-эфемеровая растительность с примесью однолетних солянок. Местами встречается и чисто солянковая растительность. Рельеф местности – слабо наклонная пологая равнина. Микрорельеф не выражен.

Динамика влажности почв в этой зоне делювиальных склонов имеет иной характер (см. рис. 14, 16, пл. 231, 234, 237). Наиболее изменчиво содержание влаги в верхнем метровом слое. Иссушение верхнего слоя мощностью до 60 см происходит в теплый период года. Начиная с июня (иногда и с мая) до октября влажность этого слоя резко уменьшается (до 10%). Однако выпадение осадков нередко нарушает эту закономерность.

К осени содержание влаги в верхнем слое почвы начинает постепенно увеличива-

ваться и достигает 15–18%. Зимой (январь–март) содержание влаги в активном верхнем слое почвы доходит до максимума (20–22%). К началу весны влажность опять начинает постепенно уменьшаться. Летом наступает период минимального содержания влаги в характеризуемом слое почвы.

Характер изменения влажности в нижних горизонтах почв более спокойный. Здесь влагосодержание почти не обнаруживает динамичности. Это указывает на некоторую аналогичность режима влажности почв с верхней зоной делювиальных склонов. Вместе с тем обнаруживаются и некоторые отличия, заключающиеся в том, что здесь содержание влаги относительно больше (и в верхнем, и в нижнем горизонтах). Это объясняется тем, что средняя зона делювиальных склонов по сравнению с верхней имеет меньший уклон. Поэтому атмосферные осадки, выпавшие над верхней зоной, не успевают впитаться в глубокое слои почв, скатываются по уклону местности и накапливаются в пониженной части склона.

Шлейфовая зона делювиальных склонов Юго-Восточной Ширвани характеризуется слабым развитием растительности. Здесь отдельными пятнами распространены однолетние солянки (*Salsola stracca*, *Statica Spicatum*). Рельеф – плоская равнина. Микрорельеф – небольшое блюдцеобразные понижения.

По режиму влажности почвы этой зоны резко отличаются от предыдущих. Это отличие заключается прежде всего в том, что здесь влагосодержание имеет динамичный характер по всему профилю. Кроме того, содержание влаги в профиле по сравнению с вышерасположенными зонами заметно выше (пл. 232, 233, 235, 240). На примере одной из характерных площадок (пл. 232) рассмотрим изменение влагосодержания в зависимости от сезона года.

В 1955 г. содержание влаги в почвенном профиле в общем постепенно увеличивалось с глубиной. При этом в верхнем полуметровом слое влагосодержание постепенно нарастало к зимнему периоду. Содержание влаги в нижележащих горизонтах оставалось почти неизменным.

1956 г. характеризовался несколько иным режимом увлажнения почв. В начале года содержание влаги в почвенном профиле заметно увеличилось. Максимум влажности был приурочен к периоду с января по май, когда влагосодержание в верхнем слое превышало 20%. Во второй половине этого года почвенной профиль в отношении содержания влаги имел совершенно другой облик, нежели в 1955 г. В этот период максимум влагонакопления обнаруживался в средней части почвенного профиля. В верхнем метровом слое содержание влаги постепенно увеличивалось с глубиной. Причем здесь максимум иссушения в 20-30-сантиметровом слое отмечался в период с июня по октябрь. Мощность слоя, охваченного иссушением, к октябрю постепенно уменьшалась, а со второй половины октября влажность заметно возрастала благодаря уменьшению температуры воздуха и увеличению атмосферных осадков.

В 1957 г. режим увлажнения имел другой характер. Отличительной особенностью этого года является повышение влажности в начальный период года (февраль – первая декада апреля). Влажность выше 20% характеризовала весь профиль почв, что указывает на промывной режим увлажнения. Период иссушения и мощностью сухого слоя в 1957 г. были небольшими. Высокое влагонакопление отмечалось в глубинных горизонтах почв. Содержание влаги к зимнему периоду в верхнем слое заметно увеличилось. Установившийся к концу этого года уровень влаги в верхнем слое почв сохра-

нялся в течение всего 1958 г. (см. рис. 14). Содержание влаги постепенно увеличивалось с глубиной, хотя в глубинных горизонтах оно не оставалось постоянным.

Таким образом, влажность почв площадки 232, характеризующей шлейфовую зону делювиального склона, в течение наблюдавшегося периода изменялась в широких пределах, что было связано с режимом и характером выпадения атмосферных осадков и влиянием образующихся на участке делювиальных потоков.

Заканчивая рассмотрение режима влажности почв подгорных равнин Юго-Восточной Ширвани, можно сделать общее заключение, что этим почвам присущ импермацийный тип увлажнения, что связано с отсутствием влияния грунтовых вод. В профиле почв выделяются три слоя, различающихся между собой характером динамики влажности: более динамичный верхний слой, постоянно сухой средний слой и слой с относительно заметным глубинным увлажнением. Вместе с тем выявлено, что содержание влаги в почвенном профиле существенно увеличивается по направлению к шлейфовой части делювиальных склонов. Это особенно характерно для нижней части почвенных профилей. В таком же направлении увеличивается как мощность верхнего слоя с переменной влажностью, так и динамичность влагосодержания в целом в почвенном профиле, что зачастую способствует возникновению в шлейфовой части делювиальных склонов пермацийного типа увлажнения.

Эту закономерность мы объясняем следующими факторами. Прежде всего, по направлению к шлейфовой части делювиальных склонов Юго-Восточной Ширвани заметно уменьшается уклон местности, что во время дождей способствует поверхностному стоку, увеличению его объема в шлейфовой части склонов и, следовательно, большему накоплению влаги в почвенном профиле. Кроме того, в расходной части водного баланса почв, помимо испарения, одним из основных факторов является транспирация растительности. В верхней зоне делювиальных склонов распространены преимущественно растения с глубокими корневыми системами (карган, шведка мелколистная), в средней зоне растения характеризуются средней и короткой корневыми системами (полынь и однолетние солянки). Шлейфовая зона склонов отличается распространением растений с короткими корневыми системами (однолетние солянки).

Итак, можно сделать вывод, что к шлейфовой зоне увеличиваются приходные элементы водного баланса и уменьшаются его расходные элементы, благодаря чему увеличивается влагонакопление и его динамичность в почвенном профиле.

## ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ СИАЗАНЬ-СУМГАЙТСКОГО МАССИВА

Стационарные площадки на территории Сиазань-Сумгайтского массива заложены по двум характерным профилям, соединяющим подгорную часть низменности с приморской полосой.

Изменение содержания влаги в почвах Сиазань-Сумгайтского массива в целом подчиняется общим закономерностям, установленными для почв делювиальных склонов Юго-Восточной Ширвани. Вместе с тем, почвы Сиазань-Сумгайтского массива характеризуются рядом особенностей, на которых мы коротко остановимся. Отличительной особенностью их является прежде всего повышенная увлажненность по сравнению с почвами предыдущего массива. Это обусловлено различиями в климате и характером поступления поверхностных вод.

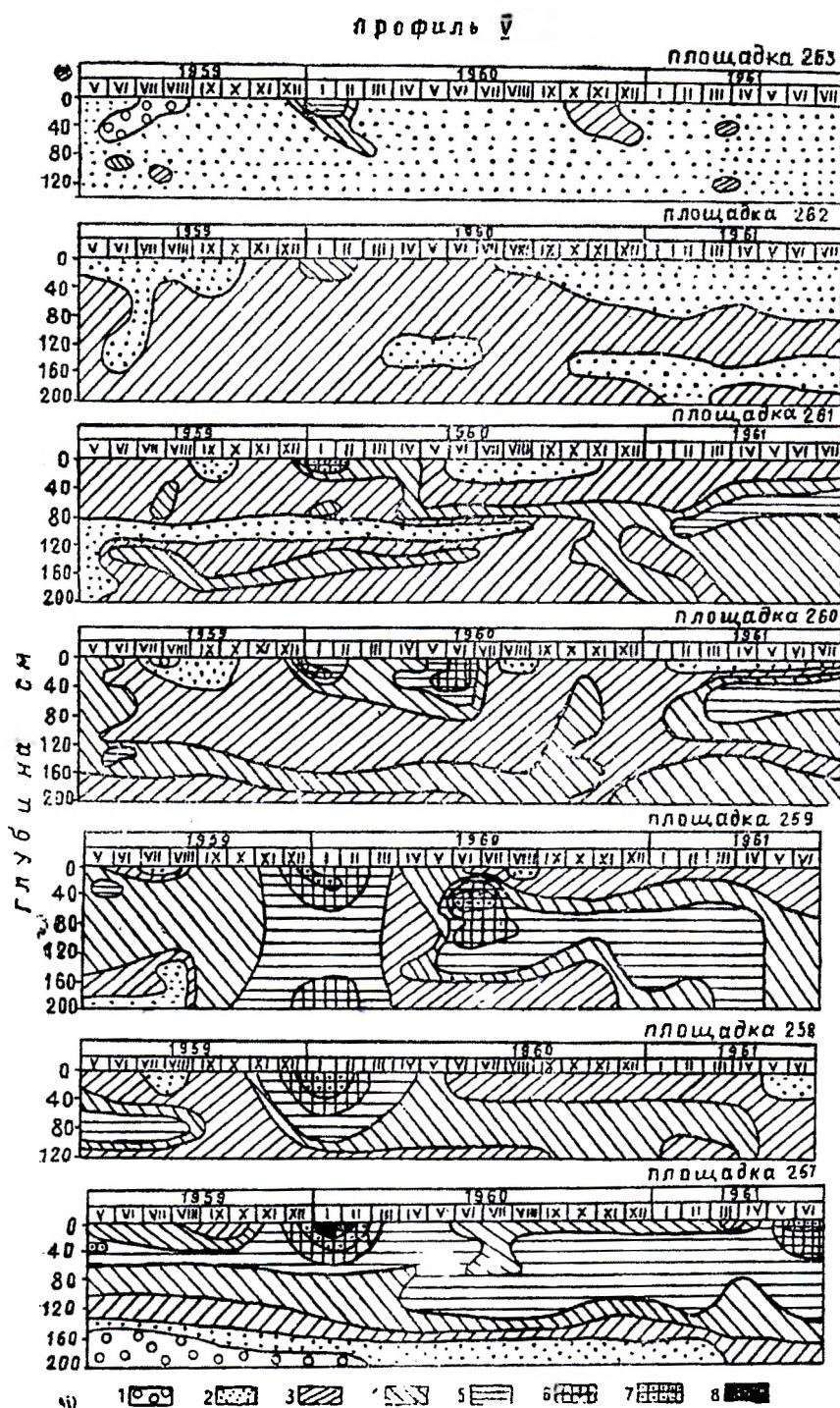


Рис. 17. Динамика влажности в условиях подгорной равнины Сиазань-Сумгайитского массива. Со-  
держание влаги в почве: 1 – меньше 5%; 2 – 5–10%; 3 – 10–15%;  
4 – 15–20%; 5 – 20–25%; 6 – 25–30%; 7 – 30–35%; 8 – 35–40%.

За исключением некоторых площадок здесь трудно уловить какую-нибудь закономерность в изменении влажности почвы по сезонам года. Влажность по большинству площадок этого массива изменяется почти по всей глубине исследованной толщи (рис. 17, 25).

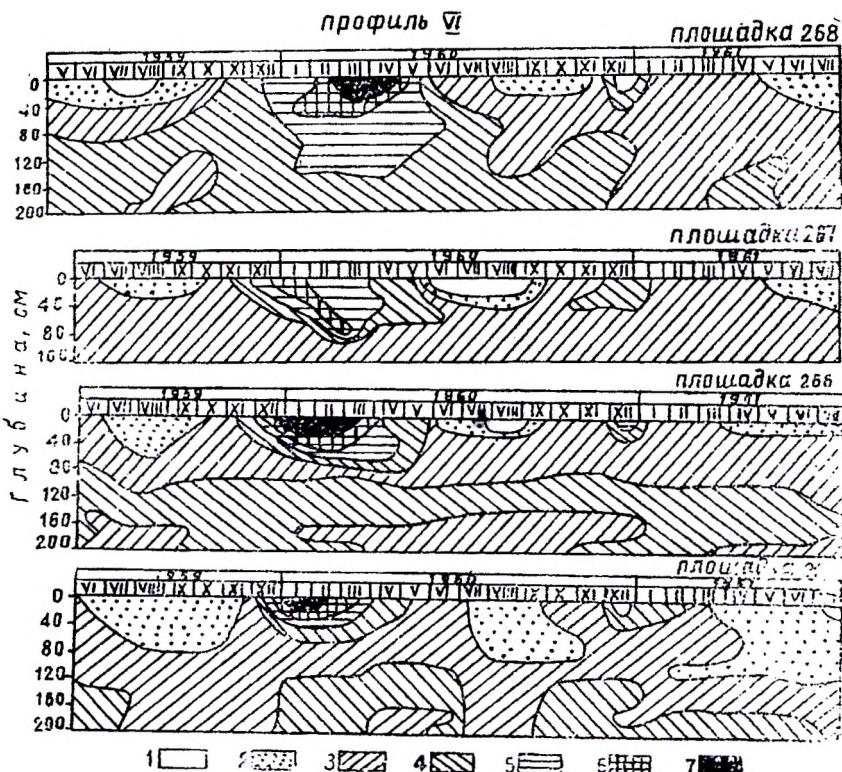


Рис. 18. Динамика влажности почв в условиях подгорной равнины Сиазан-Сумгаитского массива.

Содержание влаги в почве: 1—меньше 5%; 2—5—10%; 3—10—15%; 4—15—20%;

5—20—25%; 6—25—30%; 7—30—35%.

В первый период наблюдений в почвенном профиле средней и шлейфовой зоны (пл. 257—259) удалось выявить некоторые закономерности режима влажности. В верхних и глубинных горизонтах отмечалась динамичность влагосодержания, а средний слой характеризовался постоянной и более высокой влажностью. Режим влажности характеризуемых почв в этот период можно было отнести к инпермацидному типу увлажнения, ибо с глубиной содержание влаги заметно уменьшалось и в более глубоких горизонтах не превышало 10% (пл. 257, 259).

В период с ноября 1959 г. по март 1960 г. по март 1960 г. режим влажности имел совершенно иной характер. Почва в течение 5—6 месяцев на всю глубину исследованной толщи переживала стадию высокого увлажнения.

В период с марта по август 1960 г. обнаруживаются совершенно иные формы хроноизоплет. В этом случае почвенные профили тоже имеют трехслойную форму увлажнения. Здесь режим увлажнения во многом похож на режим увлажнения первой стадии периода наблюдений. Однако в этом период наблюдений содержание влаги во всех

горизонтах почвы оказалось почти в два раза больше, чем в первом случае. С сентября 1960 г. по июнь 1961 г. кривые хроноизоплет изменяются не в вертикальном, горизонтальном направлении, что указывает на плавную динамику влажности почвы.

Это, видимо, связано с режимом атмосферных осадков и интенсивностью промачивания почвенного профиля водами, стекающими в шлейфовую зону делювиальных склонов с вышерасположенных участков.

Характерной особенностью почв делювиальных склонов Сиазань-Сумгaitского массива, в частности его шлейфовой зоны, является наличие глубинного устойчиво иссущенного слоя с влажностью 5–10%, что не должно было иметь место в почвах шлейфовой зоны делювиальных склонов. Появление его связано с механическим составом почвы, сформированной на песчаных морских наносах.

## ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ РАВНИНЫ МИЛЬСКОЙ СТЕПИ

Для выяснения особенностей водно-солевого режима почв в условиях делювиально-пролювиальной наклонной равнины Мильской степи были заложены два профиля, один из которых охватил почвы неорошаемой, а другой - орошаемой части массива.

Водный режим почв неорошаемой части делювиально-пролювиальной наклонной равнины Мильской степи в целом аналогичен водному режиму почв делювиальных склонов Юго-Восточной Ширвани с тем отличием, что здесь динамичность и увлажнение почв выражены довольно слабо. Эти почвы повсюду характеризуются высокой сухостью глубинных слоев большой мощности (рис. 19, профиль VII), что обусловлено крайней засушливостью климата, меньшим значением поверхностного стока (см. табл. 13), а также наличием карганно-полынно-эфемеровой группировки растительности, имеющей высокую транспирационную способность.

Почвы орошаемой части подгорной равнины Мильской степи используются под сельскохозяйственные культуры. Среди них ведущее место занимает хлопчатник, затем зерновые. Местами почвы используются под люцерну и лесопосадки. Эти почвы сильно изменены в результате применения орошения, которое способствовало созданию пресной подушки грунтовых вод.

Водный режим почвы, используемой под культуру кукурузы, подвергается весьма сильным изменениям по всему профилю отражая режим поливов (пл. 503). Динамика влажности этой почвы, помимо влияния атмосферных осадков и орошения, обусловлена также влиянием капиллярной каймы грунтовых вод. В связи с этим в некоторые периоды устанавливается промывной режим увлажнения, что положительно сказывается на солевом режиме почв и благоприятствует развитию корневой системы сельскохозяйственных культур, в частности кукурузы. Динамика влажности почв под хлопчатником имеет иной характер (рис. 19, пл. 504, 507). Изменение влагосодержания по всему профилю отмечается и на этих почвах, но здесь хроноизоплеты имеют более спокойный и плавный характер, чем на предыдущей площадке. Характеризуемые почвы отличаются глубинным увлажнением в течение всего года, что связано с влиянием капиллярной каймы грунтовых вод.

Динамика влажности почв под ячменем имеет некоторое сходство с динамикой влажности под хлопчатником. Здесь нередко глубинные горизонты оказываются

сильно увлажненными (более 25% влаги), что связано с близким залеганием грунтовых вод. Верхние горизонты этих почв более динамичны в отношении содержания влаги. В летний период отмечается иссушение почв. В 1962 г. иссушение охватило почти полутораметровую толщу почв. В осенний и весенний периоды наблюдается повышение содержания влаги (пл. 505).

Средний слой почв в общем характеризуется высоким содержанием влаги. Большое содержание влаги в отдельные периоды года охватывает почти весь профиль, особенно в осенне-зимний сезон, когда заметно уменьшается испарение с поверхности и выпадает относительно большое количество атмосферных осадков. Это способствует повышению уровня грунтовых вод и тем самым увеличивает содержание влаги в почвенном профиле.

Водный режим почв под люцерной в общем характеризуется высоким содержанием влаги в течение всего года (пл. 506). Хотя для этой почвы и характерно иссушение верхнего слоя в летний период, оно нередко нарушается в связи с поливом (например, летом 1962 г.).

Режим влажности почв изучен также под лесопосадкой (пятилетняя акция). Содержание влаги на этом участке подвергается сильным колебаниям, резкое изменение обнаруживается в верхних и глубинных слоях почв. Верхний слой характеризуется летним иссушением. Максимум содержания влаги приурочен к зиме.

Средний слой почвы, за исключением небольшого промежутка времени, имеет почти постоянную влажность в пределах 15–20% (пл. 508). В глубоких слоях почв наблюдаются заметные колебания влажности, что связано с колебаниями уровня грунтовых вод. Уменьшение влагосодержания на этом участке, на наш взгляд, в значительной степени обязано дескуции лесной растительности, корни которой развиты до полутораметровой глубины.

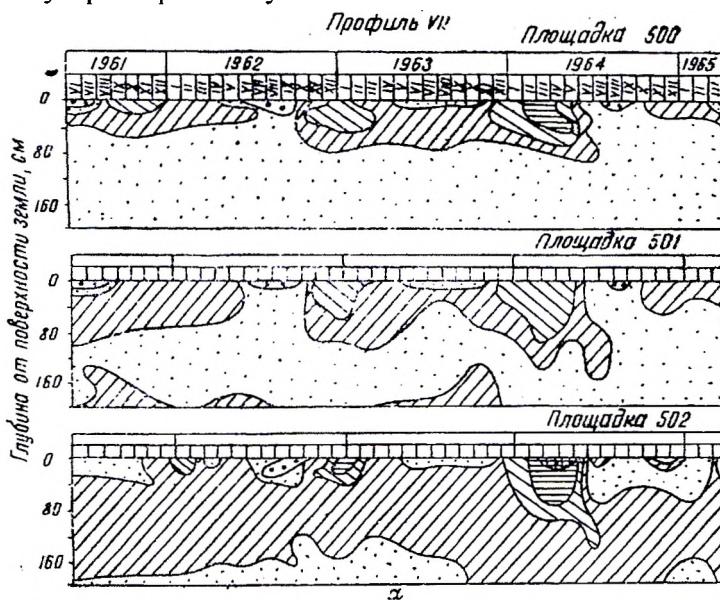


Рис. 19 а. Динамика влажности почв в неорошаемых (а) и орошаемых (б) условиях подгорных равнин Мильской степи. Содержание влаги в почве: степи. Содержание влаги в почве:  
1—меньше 5%; 2—5—10%; 3—10—15%; 4—15—20%; 5—20—25%; 6—25—30%; 7—больше 20%.

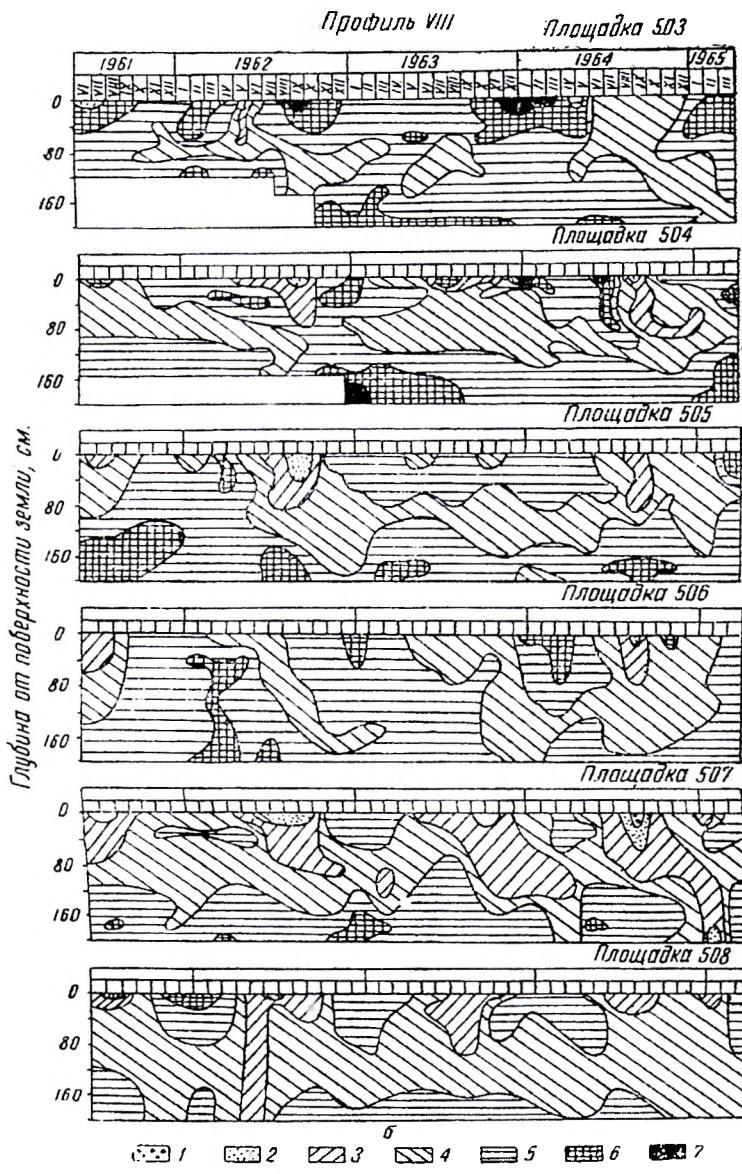


Рис. 19 б.

Таким образом, наши наблюдения за динамикой влажности почв подгорных равнин Азербайджана свидетельствуют, что хотя ход изменения влагосодержания на отдельных массивах и отличается некоторой специфичностью, однако в общем подчиняется общей закономерности, характерной для всех массивов делювиальных равнин Азербайджана.

Водный режим почв подгорных равнин с делювиальной формой засоления находится в ясной зависимости от метеорологических условий, уклона местности, состава растительности, характера и свойства самих почв.

В годовом ходе динамика влажности почв по отдельным площадкам, профилям и массивам наблюдаются некоторые элементы колебания влажности и режима увлажнения почв более общего порядка. Исходя из этого, в пределах исследованной нами территории Азербайджана можно выделить два типа режима увлажнения почв, подразделив их на отдельные виды.

I. Почвы импермацидного – непрерывного режима увлажнения. К этому типу относятся все неорошаемые почвы делювиально-пролювиальных наклонных равнин Азербайджана. Характерной особенностью этого типа увлажнения для исследованных нами территорий является ограниченная глубина промачивания почв атмосферными осадками. Влажность верхних слоев мощностью 40–60, иногда 70–80 см более всего изменяется в течение года, что свидетельствует о наличии нисходящего и восходящего токов воды, накопившейся в этой части почвы за счет атмосферных осадков и делювиально-пролювиальных потоков. По степени увлажнения и режиму влажности почвы, относящиеся к этому типу, можно разделить на три подгруппы.

К первой подгруппе относятся почвы, распространенные главным образом в верхней части делювиально-пролювиальных наклонных равнин республики (площадки 230, 236 Кюровдагского массива; 239 Хараминского массива: 263, 262, 267 и 268 Сиазань-Сумгайтского массива; 500 Мильской степи). Эти почвы характеризуются сухостью почвенного профиля и практической стабильностью влагосодержания на глубине ниже пахотного слоя в период всего года. Верхние горизонты этих почв под влиянием атмосферных осадков и делювиально-пролювиальных потоков периодически увлажняются и отличаются некоторой динамичностью содержания влаги. Средние и глубокие слои почв почти все время являются иссушенными. В них содержание влаги в течении всего года колеблется в пределах 5–10% и меньше, что обусловлено отсутствием влияния капиллярной каймы грунтовых вод и наличием уплотненного горизонта в среднем слое почвы, препятствующего просачиванию атмосферных осадков и влаги делювиальных потоков. К тому же галофитные растения, развитые здесь, имея длинную корневую систему, систематически транспортируют влагу из глубоколежащих слоев почв.

Во второй подгруппе объединены почвы средней части делювиально-пролювиальных наклонных равнин Азербайджана. Сюда относятся почвы площадок 231, 235 Кюровдагского; 237, 238 Бабазананского; 260, 266, 265 Сиазань-Сумгайтского массивов; 501 Мильской степи. Характерной особенностью этих почв является то, что здесь мощность верхнего слоя с динамичным влагосодержанием несколько увеличивается, а степень сухости нижележащих горизонтов заметно уменьшается.

Третья подгруппа характеризует почвы шлейфовой части исследуемых равнин (площадки 232, 234 Кюровдагского; 259, 257 Сиазань-Сумгайтского массивов и 504 Мильской степи). Отличительной особенностью этих почв является то, в них заметно увеличивается мощность и динамичность влагосодержания в верхнем слое. Почвы по всему профилю содержат относительно большое количество влаги которое изменяется в ощутимых пределах, что объясняется увеличением в этом направлении мощности делювиальных потоков.

Таким образом, в почвах импермацидного типа увлажнения по режиму влажно-

сти могут быть выделены три слоя: 1) более динамичный по влажности верхний слой, мощностью 50–80 см; 2) слой с установленным глубинным иссушением, охватывающий глубину ниже 50–100 см; 3) слой с относительно высоким глубинным увлажнением, мощностью 50–70 см, лежащий на глубине ниже 130–150 см.

Это полностью подтверждает высказанную нами (см. гл. V) мысль о том, что водный режим почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления создает весьма благоприятные условия для возникновения капиллярно-подвешенной влаги, ее испарения и, следовательно, перемещения солевых масс из глубоких горизонтов в поверхностные слои почв. Кроме того, этот режим увлажнения почв существенным образом усиливает процесс диффузного перемещения и десукцией растений биологическую аккумуляцию солей в почвенном профиле, особенно в средней его части, являющейся слоем солевого максимума (что подтверждается изучением солевого режима почв).

II. Почвы ирригационного типа увлажнения. К этому типу относятся почвы орошающей части делювиально-пролювиальных наклонных равнин Азербайджана. Характерной особенностью этих почв является, то, что здесь степень и глубина увлажнения почвенного профиля в основном коррелируются периодом проведения поливов. В указанных почвах в вегетационный период в связи с проведением поливов образуется пресная подушка грунтовых вод, которая, в свою очередь, способствует высокой увлажненности почвенного профиля. В связи с этим характеризуемые почвы в течение вегетационного периода отличаются большим содержанием влаги в почвенном профиле. Несмотря на это, в этих почвах обнаруживаются и сезонные изменения влажности, обузванные воздействию атмосферных осадков и температуры воздуха. При этом максимум увлажнения профиля отмечается в зимний период. К весне содержание влаги в почве, особенно в верхней части профиля, постепенно уменьшается. Минимум влагосодержания приурочивается к летнему периоду.

## ГЛАВА VII

### СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Особенности солевого режима засоленных почв затронуты в большом числе работ (Димо, 1911, 1913, 1936, 1937, 1941; Полынов, 1930, 1933; Банасевич, Зонн и др., 1934; Федоров, 1933, 1934; Малыгин, 1939; Ковда, 1939, 1944, 1946, 1948; Ковда, Большаков, 1937; Ковда, 1946, 1947; Ковда, Егоров, Морозов, Лебедев, 1954; Волобуев, 1946, 1948, 1964; Захарьина, 1958; Муратова, 1962 и многие другие). Однако ряд вопросов не получил до сих пор достаточного освещения. В частности, в литературе почти нет данных по сезонному солевому режиму почв подгорных равнин с делювиальной формой засоления. Все прежние исследования были приурочены к условиям аллювиальных равнин или речных конусов выноса. Высказывались априорные суждения об очень слабой выраженности сезонной динамики солей неорошаемых почв при глубоких грунтовых водах (глубже 6–15 м) и рассоления этих почв при орошении.

В этой главе, на основании данных по сезонной динамике солесодержания, мы стремились осветить солевой режим почв делювиальных равнин Азербайджана. При рассмотрении солевого режима почв мы пользовались предложенным В. А. Ковдой (1946, 1947)<sup>17</sup> коэффициентом сезонной аккумуляции солей (САС). Однако для того, чтобы быть уверенным в своих выводах, кроме коэффициента САС, мы пользовались также коэффициентом годичной аккумуляции солей (ГАС). При этом мы сопоставляли не только осенние данные, но и данные по другим периодам года.

Из рассмотрения динамики влажности почв стало очевидным, что изменения водного режима по профилю местности имеют много общего в пределах отдельных массивов. Поэтому режим засоления почв мы также характеризуем в целом по массивам.

#### СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ РАВНИН ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ШИРВАНИ

Рассмотрение режима засоления почв делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани выявляет как некоторую общую закономерность, динамичность солесодержания почт по всей двухметровой толще почв. Особенно изменчив характер

<sup>17</sup> При коэффициенте САС, равном единице, солевой режим почв относится к сезонно обратимому, т.е. запас солей в почве остается стабильным; при коэффициенте САС меньше единицы почвы имеют сезонно необратимый солевой режим рассоления, когда запас солей от цикла к циклу уменьшается; при коэффициенте же САС больше единицы солевой режим почв является сезонно необратимым и запас солей в почве от цикла к циклу растет.

солесодержания в верхней и глубинной (150–200 см) частях профиля. Сезонные изменения запаса солей в верхней части почвенного профиля в определенной степени совпадают с обратными изменениями в глубинных слоях, которые, по-видимому, указывают на соответствующую связь между этими явлениями.

В верхней зоне делювиальных склонов Юго-Восточной Ширвани засоленность поверхностного слоя, изменяясь в сезонном аспекте, со временем увеличивается. В глубинных же горизонтах отмечается существенное уменьшение солевого запаса, что указывает на вертикальное перемещение солевых масс (рис. 20, 21, 22), обусловленное испарением капиллярно-подвешенной влаги и диффузным передвижением солей. Так,

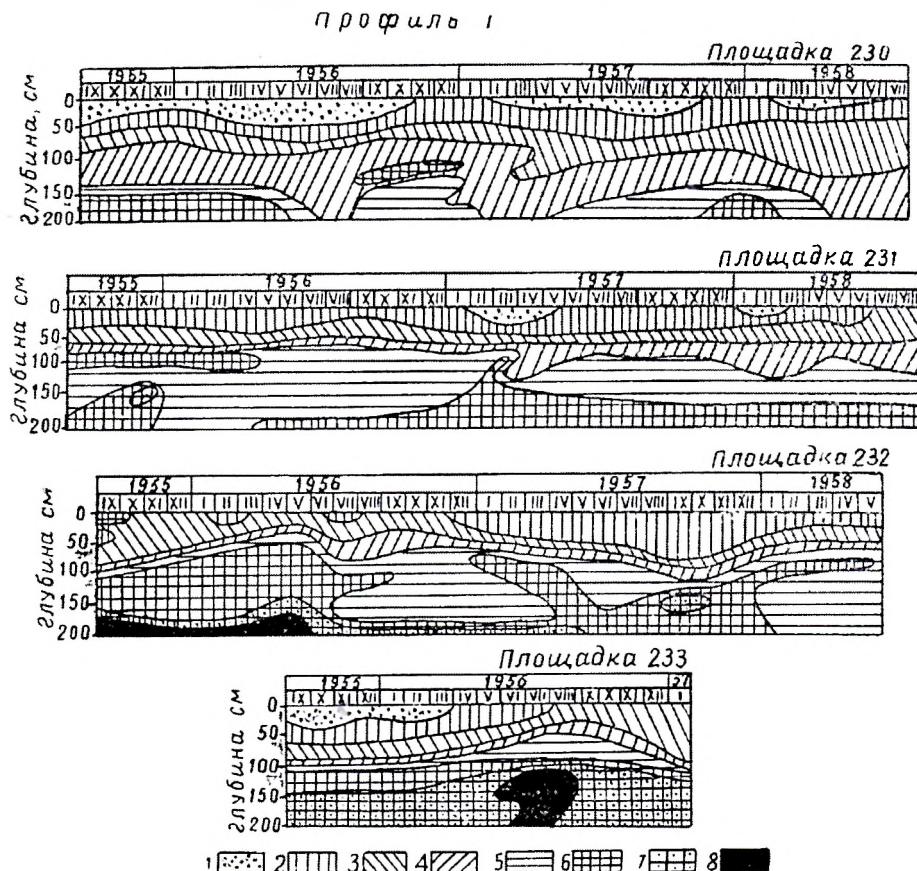


Рис. 20. Динамика засоления почв в условиях подгорной равнины Кюровдагского массива.

Профиль 1. Содержание солей в почве: 1—0,1—0,2%; 2—0,2—0,5%; 3—0,5—1,0%;  
4—1,0—1,5%; 5—1,5—2,0%; 6—2,0—2,5%; 7—2,5—3,0%; 8—больше 3%.

в 60-сантиметровом верхнем слое почвы площадки 230 (профиль 1), расположенной в верхней зоне делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани, осенью 1955 г. содержание солей в среднем составляло 0,36% (28 т/га) по плотному остатку и 0,090% (6,5 т/га) по хлору. Через год оно несколько увеличилось – до 0,44 и 0,13% соответственно, а осенью 1957 г. достигло 0,45%, или 36 т/га солей и 0,18%, или 14 т/га хлора. Близкие результаты, но несколько менее выраженные, установлены и для нижележащего

полуметрового слоя. Однако для второго метрового слоя почв выявлена обратная картина. Содержание солей осенью 1957 г. по сравнению с осенним периодом 1955 г. уменьшилось на 0.16% (с 1.63 до 1.47%) или на 23  $m/га$  (с 235 до 212  $m/га$ ).

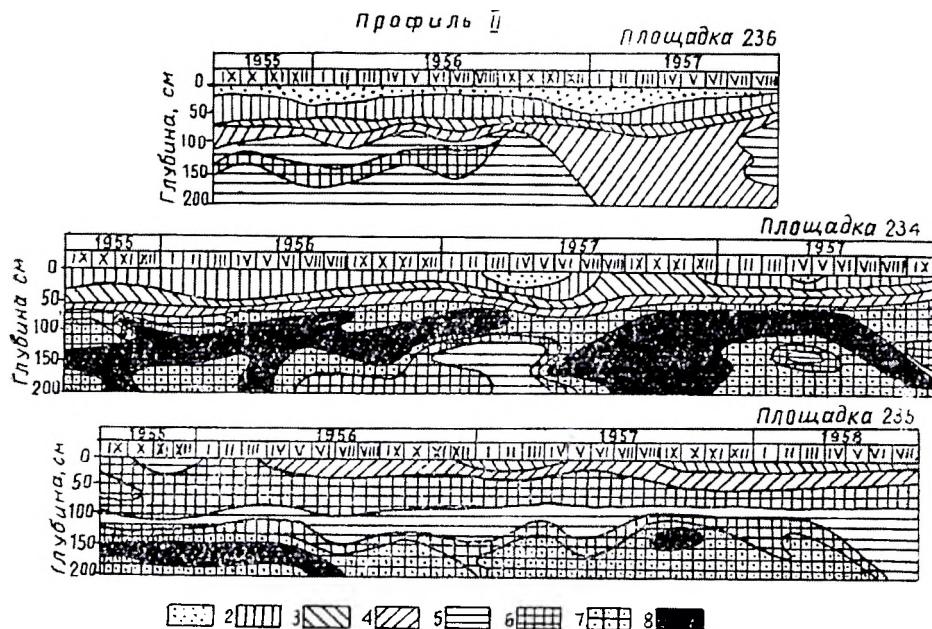


Рис. 21. Динамика засоления почв в условиях подгорной равнины Кюровдагского массива. Профиль II.  
Содержание солей в почве: 1-0,1-0,2%; 2-0,2-0,5%; 3-0,5-1,0%; 4-1,0-1,5%;  
5-1,5-2,0%; 6-2,0-2,5%; 7-2,5-3,0%; 8-больше 3%.

Режим засоления почв площадки 236 (профиль II), также расположенной в верхней зоне делювиальных равнин (Кюровдагский массив), показывает несколько иную картину. Здесь содержание солей в почвенном профиле изменяется от сезона к сезону с периодическим увеличением и уменьшением запасов солей. Вместе с тем, в целом (1955–1957 гг.) выявлено существенное уменьшение запасов солей в почве к концу периода наблюдения. В этом отношении более наглядны данные по второму метровому слою. Осенью 1955 г. в нем содержалось 1.98% (295  $m/га$ ) солей, осенью 1956 г. – 1.43; (212  $m/га$ ), а к концу весны 1957 г. засоленность продолжала уменьшаться. Коэффициент годичной аккумуляции солей (САС) за период ноября 1955 г. – июль 1957 г. составил 0,7. Содержание хлора почти не изменилось.

В верхней зоне делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани (в условиях Хараминского массива) режим засоления поверхностных слоев сопряжен с режимом засоления глубинных слоев почв. В почве площадки 239 (см. рис. 22) наблюдается значительное перемещение солей от цикла к циклу по всему профилю. Это, очевидно, связано с влиянием осадков, промачивающих почву чаще всего до глубины 30–50 см. Зимой и весной вместе с влагой осадков часть солей выносится из верхних горизонтов в более глубокие, а летом и осенью солевые растворы поднимаются вверх вследствие испарения капиллярно-подвешенной влаги.

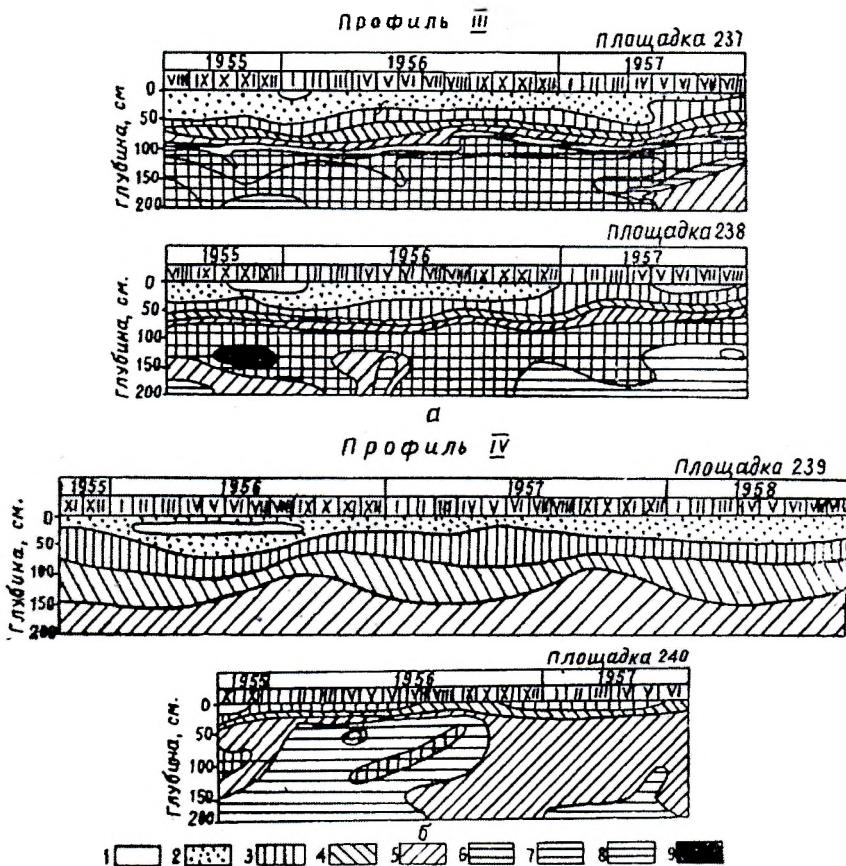


Рис. 22. Динамика засоления почв в условиях подгорной равнины Бабазананского (а) и Хараминского (б) массивов. Содержание солей в почве: 1—меньше 0,1%; 2—0,1—0,2%; 3—0,2—0,5%; 4—0,5—1%; 5—1,0—1,5%; 6—1,5—2%; 7—2,0—2,5%; 8—2,5—3,0%; 9—больше 3,0%.

Подсчеты показали, что в большинстве случаев значение коэффициента ГАС по плотному остатку и хлору в верхних горизонтах в частности в слое 0–90 см превышает единицу, а в нижележащих оказываются равным или несколько меньшим единицы. Так, коэффициент ГАС для указанного слоя по февральским наблюдениям (1956–1958 гг.) составлял 1,2–1,9, для второго метра – 0,6, по плотному остатку и 0,7 по хлору. По данным августовских сроков наблюдения коэффициент ГАС для верхнего слоя почв оказался довольно высоким – 1,8 по плотному остатку и 4,5 по хлору, а для второго метра не доходил до единицы (соответственно 0,9 и 0,6). Близкие результаты показали также данные по другим срокам наблюдения.

Увеличение запаса солей в верхнем слое и уменьшение его в глубжележащих горизонтах почв особенно четко проявляется в почвах верхней зоны Бабазананского массива (пл. 237). Почвы этой площадки в сентябре 1955 г. содержали в верхнем метровом слое 0,84% (125 т/га) солей, в том числе и 0,14% (21 т/га) хлора, а спустя два года – соответственно 1,01% (150 т/га) и 0,28% (41 т/га). Таким образом, коэффициент ГАС составлял 1,2 и 2,0. Во втором метровом слое содержание солей

за период с сентября 1955 г. по август 1957 г. уменьшилось на 1,29% (с 3,07 до 1,78%) или на 167  $m/га$  (с 399 до 232  $m/га$ ) по плотному остатку и на 0,38% (с 0,92 до 0,44%) или на 38  $m/га$  (с 107 до 69  $m/га$ ) по хлору. Коэффициент ГАС оказался равным 0,6 и 0,5. При этом, по-видимому, определенное значение имела и комплексность почв. Все это говорит о явной перемещении солевых масс из глубоких горизонтов в поверхностные слои.

Отмеченная закономерность, изменения солевого запаса почв по мере движения к шлейфовой части делювиальных склонов проявляется в еще более выраженной форме. Так, в верхнем полуметровом слое почв площадки 231, расположенной в средней зоне делювиальных склонов, содержание солей в сентябре 1955 г. в среднем составляло 0,55% (43  $m/га$ ) по плотному остатку и 0,2 (19  $m/га$ ) по хлору, а в этот же период 1956 г. эти цифры соответственно увеличивались на 0,08% (до 0,63%) и 0,04% (до 0,28%). Спустя два года летом солесодержание уже составляло 0,82% (64  $m/га$ ) по плотному остатку и 0,39% (31  $m/га$ ) по хлору, что свидетельствует об увеличении солевого запаса в характеризуемом слое почвы.

По данным весенних наблюдений 1956 и 1957 гг., запас солей в верхнем полуметровом слое почв существенных изменений не претерпел. Однако если эти данные сравнить с данными за осенние периоды года, то окажется, что коэффициент сезонной аккумуляции солей достигает довольно больших величин и увеличивается из года в год. Сезонная аккумуляция солей составляет по плотному остатку за период с сентября 1955 г. по май 1956 г. 1,4; за май – сентябрь 1956 г. – 1,8; за время с сентября 1956 г. по май 1957 г. – 1,9; за май – сентябрь 1957 г. – 1,6, а по хлору соответственно 2,1; 2,5; 2,4 и 2,7.

К 1958 г. солесодержание во втором полуметровом слое значительно уменьшилось. Так, если 1 сентября 1955 г. оно составляло 2,31% (159  $m/га$ ) по плотному остатку и 0,64% (44  $m/га$ ) по хлору, то 29 августа 1956 г. плотный остаток оказался равным 1,64%, а содержание хлора – 0,62%. В этот же период 1957 г. содержание солей было равно 1,28% (89  $m/га$ ) и хлора 0,54% (37  $m/га$ ). Таким образом, в течение трех лет солесодержание в этом слое уменьшилось на 0,76% (70  $m/га$ ) по плотному остатку и на 0,10% (7  $m/га$ ) по хлору.

В шлейфовой зоне делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани обнаружены случаи рассоления почв. Примером могут служить почвы площадки 232 Кюровдагского (первый профиль) и 240 Хараминского массивов (четвертый профиль), расположенные в блюдцеобразных понижениях. Как видно из графиков, к концу наблюдательного периода в профиле этих почв произошло существенное снижение запаса солей. За период с сентября 1955 г. по июль 1958 г. солесодержание в слое 0–21 см площадки 232 уменьшилось в среднем на 0,9% (с 1,62% до 0,70%) или на 111  $m/га$  (с 196 до 85  $m/га$ ), а на глубине 81–150 см – на 0,6% (с 2,08 до 1,47%) или на 61  $m/га$  (с 209 до 148  $m/га$ ) по плотному остатку. Коэффициенты годичной аккумуляции солей соответственно равнялись 0,4 и 0,7. Существенно уменьшился запас хлора – на 1,19% (с 0,30 до 0,12%) или на 22  $m/га$  (с 37 до 15  $m/га$ ) в слое 0–81 см и на 0,30% (с 0,79 до 0,49%) или 30  $m/га$  (с 79 до 49  $m/га$ ) в слое 81–150 см. Коэффициент ГАС по хлору составляли соответственно 0,4 и 0,6%.

Солесодержание в верхнем метровом слое площадки 240 весной 1956 г. в среднем составляло 1,75% по плотному остатку 0,62% по хлору. К лету этого года оно

Таблица 29

## Статистическая обработка коэффициентов САС для отдельных массивов дельювиальных равнин Азербайджана

Название равнины	№ площадок и коэффициент САС				Отклонение от среднего ( $v$ )				Квадрат отклонения ( $V^2$ )			
	Верхняя зона ( $x_1$ )		Средняя зона ( $x_2$ )		Шлейфовая зона ( $x_3$ )		$x_1 - M_1 =$ $= V_1$	$x_2 - M_2 =$ $= V_2$	$x_3 - M_3 =$ $= V_3$	$(x_1 - M_1)^2$ $= V_1^2$	$(x_2 - M_2)^2$ $= V_2^2$	$(x_3 - M_3)^2$ $= V_3^2$
	2	3	4	5	6	7						
Дельювиальные равнинны Юго-Восточной Ширваны (Баббазанский, Кюров- дагский, Херманинский массивы)	230	1,4	2,1	1,5	233	2,2	+0,25	+0,21	+0,79	0,0625	0,0441	0,6241
	236	0,9	1,6	1,8	235	1,5	+0,45	+0,31	+0,09	0,2025	0,0361	0,0081
		1,1	1,9	2,4		-0,25	-0,51	-0,51	+0,99	0,0625	0,2601	0,9801
		1,4	234	1,0	240	1,0	-0,05	+0,61	-0,41	0,0025	0,3721	0,1681
		0,6	0,9	1,2		1,2	+0,25	-0,29	-0,21	0,0625	0,0821	0,0441
	289	1,1	0,8	0,5	237	0,9	-0,55	-0,39	+0,19	0,3025	0,1521	0,0361
		1,5	0,9	0,8		0,9	-0,35	-0,49	-0,89	0,1225	0,2401	0,7921
		238	1,1	1,2		1,1	-0,05	-0,39	-0,59	0,0025	0,1521	0,3481
					238	1,2	+0,35	-0,19	-0,09	0,1225	0,0361	0,0081
						1,2		-0,09		0,0081		
						1,3		+0,01		0,0001		
						1,4		+0,11		0,0121		
						1,4		+0,11		0,0121		
Средний коэффиц. САС	$M_1 = 1,15$	$M_2 = 1,29$	$M_3 = 1,41$				$\pm 1,27$	$\pm 2,48$	$\pm 2,08$	$\Sigma v_1^2 =$ $= 0,9425$	$\Sigma v_2^2 =$ $= 1,5674$	$\Sigma v_3^2 =$ $= 3,0008$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Деловицальные равнины Сиазань-Сумгантского massива	263	1,2	260	1,2	257	1,4	-0,01	-0,40	-0,21	0,0001	0,1600	0,0441	
	267	1,2	262	1,3	258	1,2	-0,01	-0,50	-0,41	0,0001	0,2500	0,1681	
	268	1,1	262	1,2	258	1,4	+0,09	-0,40	-0,11	0,0081	0,1600	0,0121	
						1,5	-0,01	-0,70	-0,21	0,0001	0,4900	0,0441	
						1,7	-0,01	+0,60	-0,11	0,0001	0,3600	0,0121	
						1,7	-0,01	+0,80	+0,09	0,0001	0,6400	0,0081	
						1,6	-0,11	+0,60	-0,01	0,0121	0,3600	0,0001	
						1,8	+0,09	-0,01	+0,19	0,0081	0,0361	0,0001	
						1,6	-0,01	-0,01	-0,39	0,0001	0,0001	0,1521	
						2,0			+0,09	0,0081	0,0081	0,0081	
						2,0			-0,21	0,0441	0,0441	0,0441	
						1,7			+0,49				0,2401
Средний коэффиц. САС	$M_1=1,21$		$M_2=1,30$		$M_3=1,61$		$+0,18$	$+2,0$	$+1,25$	$\Sigma_{\nu_1^2} =$	$\Sigma_{\nu_2^2} =$	$\Sigma_{\nu_3^2} =$	
							$-0,17$	$-2,0$	$-1,28$	$=0,0289$	$=2,4200$	$=-0,7893$	
Деловицальные равни- ны Мильской степи	500	1,1	501	0,5	502	0,9	+0,08	+0,45	+0,25	0,0064	0,2025	0,0625	
		0,9	1,8	0,7	0,7	0,7	-0,12	-0,85	+0,05	0,0144	0,7225	0,0125	
		1,1	0,7	0,8	0,6	0,6	+0,08	-0,25	-0,25	0,0064	0,0625	0,0625	
		1,0					-0,02	-0,15	-0,05	0,0004	-0,0225	0,0025	
Средний коэффиц. САС	$M_1=1,02$		$M_2=0,95$		$M_3=0,65$		$\pm 0,15$	$\pm 0,85$	$\pm 0,30$	$\Sigma_{\nu_1^2} =$	$\Sigma_{\nu_2^2} =$	$\Sigma_{\nu_3^2} =$	
										$=0,0276$	$=1,0100$	$=0,1369$	

значительно уменьшилось и коэффициент ГАС не достигал единицы (0,9 по плотному остатку и 0,8 по хлору), тогда как для второго метрового слоя как по плотному остатку, так и по хлору он оказался равным 0,8.

Приведенные данные указывают на то, что почвы шлейфовой зоны делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани в условиях микропонижений подвергаются явному рассолению. Мы склонны объяснять это тем, что во время дождей и образования делювиальных потоков в понижениях скапливается сравнительно большое количество воды. Просачиваясь в почву, она благоприятствует ее рассолению.

Однако в общем для почв шлейфовой зоны делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани характерно сезонное соленакопление, которое охватывает не только верхнюю часть, а в целом весь профиль (пл.233). В данном случае к концу наблюдательного периода в почвенном профиле уже отсутствует малое засоление, а высокое и сильное засоление охватывает слой большей мощности. В этом отношении представляют интерес расчеты по запасу солей в профиле почв.

В сентябре 1955 г. в слое 0–110 см содержалось в среднем 0,76% (125  $m/га$ ) солей и 0,14% (23  $m/га$ ) хлора. К ноябрю этого года, а затем в феврале и апреле следующего содержание солей последовательно возрастило. Так, в апреле 1956 г. засоленность метрового слоя увеличилась на 0,91% (150  $m/га$ ) по плотному остатку и на 0,51% (61  $m/га$ ) по хлору по сравнению с августом 1955 г. Коэффициент САС соответственно составлял 2,2 и 4,6. На один и тот же период (август-сентябрь) 1955 и 1956 г. коэффициент ГАС для характеризуемого слоя оказался 1,5% по плотному остатку и 1,6 по хлору.

Если сравнить данные сухого периода года (сентябрь 1955 г.), с влажностью в среднем 12% с данными более влажного периода (декабрь 1956 г.) с влажностью 20%, то окажется, что коэффициент САС для влажного периода года равен 1,5 по плотному остатку и 1,6 по хлору.

Аналогичное явление обнаруживается для второго метрового слоя почв. Здесь коэффициент САС за период с сентября 1955 по апрель 1956 г. составлял 1,3 по плотному остатку и 1,4 по хлору. Он превышает единицу также при сравнении данных за сентябрь 1955 г. с периодом наибольшего увлажнения почв (декабрь 1956 г.). То же самое наблюдается на площадках 234 и 238, аналогично расположенных по рельефу.

Таким образом, для почв шлейфовой зоны делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани характерно сезонное соленакопление, хотя в некоторых случаях и отмечается сезонное рассоление (в микропонижениях). Засоление из года в год усиливается не только в верхнем слое, но и по всему профилю почв. Такой характер солевого режима, по классификации В. А. Ковды (1946, 1947), относится к сезонно необратному солевому режиму засоления почв. Это свидетельствует о том, что здесь засоление обусловлено, с одной стороны, поверхностной транспортировкой солей (водами делювиальных потоков), а с другой – диффузным перемещением солевых масс из глубинных слоев (глубже двух метров).

Итак, из сказанного очевидно, что в почвах делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани и в настоящее время продолжается процесс соленакопления. Причем этот процесс, как видно из статистических приработок коэффициентов САС, усиливается по уклону местности. Так, если коэффициент САС в верхней зоне делювиальных склонов составляет 1,15 то в средней зоне он доходит до 1,29, а в шлейфовой – до 1,41. По

направлению к шлейфовой зоне склонов увеличивается также значение коэффициентов вариации (табл. 29), что, очевидно, вызвано большой пестротой микрорельефа в шлейфе делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани.

## СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ СИАЗАНЬ-СУМГАЙТСКОГО МАССИВА

По характеру солевой динамики почвы Сиазань-Сумгайтского массива имеют ряд общих черт с почвами делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани. Это, прежде всего, размещение солевых масс главным образом в нижних горизонтах и сравнительно малое засоление верхней части профиля. Общим является также нарастание динамичности солесодержания в почвах по направлению к шлейфовой зоне делювиальных склонов. Во многом близок и ход солевой динамики почв.

Наиболее изменчиво солесодержание в нижних горизонтах. Некоторая динамичность отмечается и в верхнем слое почвы, причем солевая динамика в данном случае обнаруживает явную сопряженность с изменениями в состоянии влажности. Так, в период наибольшего иссушения почв в верхнем полуметре на разной его глубине вырисовывается более или менее выраженное соленакопление. Периодам повышенной влажности поверхностных слоев, наоборот, соответствует состояние опресненности.

Таким образом, солевая динамика поверхностных слоев почвы находится под непосредственным воздействием атмосферных осадков и суммарного испарения с поверхности почвы. Вместе с тем, следует заметить, что режим засоления в частности случай поверхностного соленакопления, в значительной степени определяется и подтягиванием солей с капиллярно-подвешенными растворами и диффузным перемещением солей с некоторой глубины к поверхности почв. Об этом свидетельствует уменьшение от сезона к сезону солевых масс в глубоколежащих горизонтах и скопление их в среднем и даже в поверхностном слое. Это наблюдается в большинстве почв стационарных площадок пятого и шестого профилей (рис. 22 и 23). Характерно и то, что в слое солевого максимума содержание солей подвергается довольно резким изменениям, что, очевидно, кроме влияния отмеченных выше факторов, обусловлено характером поступления в почву и расхода из нее поверхностных вод (воды дождей и делювиальных потоков). Подтверждением могут служить данные по площадкам 266 и 268 VI профиля.

Как видно из графиков на площадке 268 в период май–июнь 1960 г. содержание солей в поверхностном слое почв значительно увеличилось. В средней части делювиальной равнине (пл. 266) подтягивание солей в поверхностные слои почв происходит не только в жаркий и сухой период года, но и зимой, когда при низкой температуре воздуха выпадает больше атмосферных осадков. Так, в июле 1959 г. почвы площадки 266 в полуметровом слое содержали 0,16% (11  $m/га$ ) солей и 0,02% (1,2  $m/га$ ) хлора. К июля 1960 г. содержание солей увеличилось на 0,07% (до 0,23%) по плотному остатку и на 0,02% (до 0,04%) по хлору, а спустя еще год оно достигло соответственно 0,38% (27  $m/га$ ) и 0,06% (4  $m/га$ ). В нижележащих же горизонтах содержание солей значительно уменьшилось. Коэффициент ГАС для верхнего полуметрового слоя от цикла к циклу составлял 1,4–1,7 по плотному остатку и 1,6–1,9 по хлору, а для второго метрового слоя – 0,9 и 0,8.

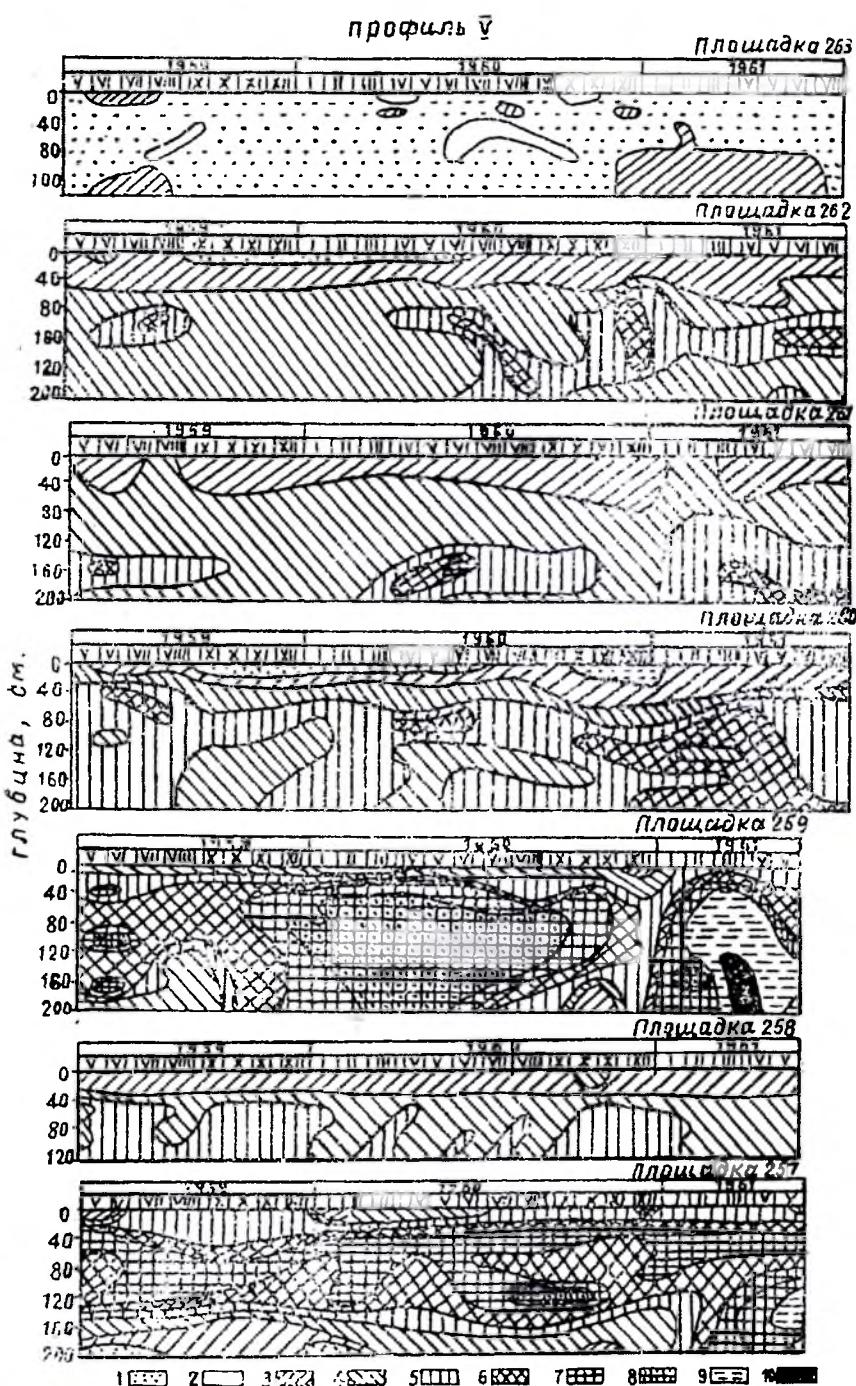


Рис. 22. Динамика засоления почв в условиях равнины Сиазань-Сумгаитского массива.  
Содержание солей в почве: 1—меньше 0,1%; 2—0,1—0,2%; 3—0,2—0,5%; 4—0,5—1,0%;  
5—1,0—1,5%; 6—1,5—2,0%; 7—2—2,5%; 8—2,5—3,0%; 9—3,0—3,5%; 10—больше 3,5%.

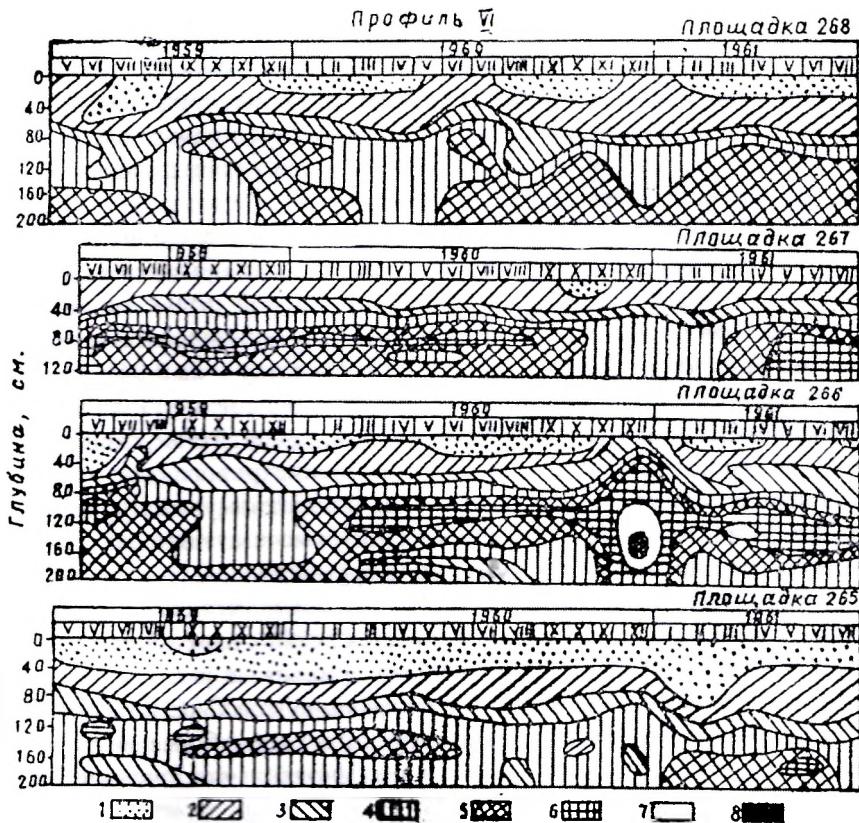


Рис. 23. Динамика засоления почв в условиях подгорной равнины Сиазань-Сумгайтского массива.  
Профиль VI. Содержание солей в почве: 1-0,1-0,2%; 2-0,2-0,5%; 3-0,5-1,0%;  
4-1,0-1,5%; 5-1,5-2,0%; 6-2,0-2,5%; 7-2,5-3,0%; 8-3,0-3,5%.

Коэффициент ГАС для зимнего периода 1960 и 1961 гг. был довольно высоким, причем не только для верхнего полуметрового слоя (2,1 по плотному остатку и 3,9 по хлору), но и для всего профиля (больше единицы для двухметровой толщи). Это указывает на более значительное перемещение солевых масс из глубинных слоев в верхние в зимний период.

Сходным режимом характеризуются почвы площадки 262, имеющей аналогичное расположение по рельефу. Здесь коэффициент ГАС за зимний период 1960-1961 гг. для полуметрового верхнего слоя почв составляет 2,2 по плотному остатку и 1,9 по хлору. Примерно такой же коэффициент ГАС отмечается и для слоя 50-100 см (2,4 и 1,5). В целом для верхнего метрового слоя (так же, как и для второго метрового слоя почв) как по плотному остатку, так и по хлору он оказался равным 2,5.

Все это, очевидно, обусловлено не только подтягиванием солей с капиллярно-подвешенной влагой, но и диффузным передвижением солей в вертикальном направлении в связи с высокой увлажненностью почв атмосферными осадками и дождевиальными потоками. На возможность диффузии указывают результаты специально проведенные экспериментов (см. гл. V).

Для почв Сиазань-Сумгайтского массива характерно более сильное проявление

последовательного увеличения солесодержания в почвенном профиле от года к году. Здесь, за исключением некоторых случаев, к концу периода наблюдений содержание солей увеличилось не только в отдельных горизонтах, а в целом по всему профилю почв. В этом отношении особенно характерен режим засоления почв на площадках 257 и 259. Проанализируем солевой режим почв площадки 259, где соленакопление выражено особенно четко.

Площадка 259 расположена в шлейфе делювиальной равнины. Весной 1959 г. содержание солей в верхнем полуметровом слое составляло здесь 1,54% (129  $m/га$ ) по плотному остатку и 0,35% (29  $m/га$ ) по хлору. Весной 1960 г. оно стало соответственно 1,76 и 0,54%, а в начале весны 1961 г. увеличилось еще на 0,95% (до 2,71%) или на 71  $m/га$  (до 228  $m/га$ ) по плотному остатку и на 0,04% (до 0,49%) или на 3  $m/га$  по хлору. Коэффициент ГАС в 1961 г. по отношению к данным за 1959 г. оказался равным 1,8 по плотному остатку и 1,4 по хлору. То же самое наблюдалось для второго полуметрового слоя почв. В целом для метрового слоя почв коэффициент ГАС за весенний период 1958–1961 гг. как по плотному остатку, так и по хлору составлял 1,6. Значительный коэффициент ГАС отмечен также для второго метрового слоя почв (по плотному остатку 1,8 по хлору – 2,8).

Таким образом, из сказанного можно сделать вывод, что солесодержание в почвах Сиазань-Сумгайтского массива подвергается резким изменениям в зависимости от сезона года. В общем плане эти изменения приводят к увеличению содержания солей в почве. Статистическая обработка коэффициентов САС по данному массиву показывает, что процесс соленакопления здесь протекает более интенсивно, чем в почвах делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани, что, очевидно, обусловлено интенсивным приносом солей в связи с более сильной засоленностью (плотный остаток 4–5%) и оголенностью пород горных хребтов, окружающих характеризуемый массив. При этом, несомненно, в связи с пониженностью, в шлейфовую зону делювиальных равнин поступает сравнительно большое количество воды и солей с делювиальными потоками, что и способствует дальнейшему более сильному засолению почв данной части массива.

Для почв Сиазань-Сумгайтского массива характерно и то, что здесь в отличие от почв делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани коэффициент вариации увеличивается к средней зоне делювиальных равнин (см. табл. 29), что, по-видимому, вызвано частичным орошением почв в данной зоне массива.

## СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ РАВНИНЫ МИЛЬСКОЙ СТЕПИ<sup>18</sup>

В отношении солевого режима почв неорошаемой зоны делювиальных равнин Мильской степи можно сказать, что здесь динамика солесодержания выражена довольно слабо (рис. 32, профиль VII), сравнительно с почвами предыдущих массивов.

В верхней части неорошаемой зоны делювиальных равнин Мильской степи (пл. 500) солевой режим почв не отличается определенностью. Содержание солей по

<sup>18</sup> Изучение сезонного солевого режима почв в условиях подгорной равнины Мильской степи в период с 1950 и 1952 гг. включительно проводилось также Г. В. Захарыной (1958). В результате этих исследований ею сделаны весьма важные выводы, однако только в аспекте двух сезонных наблюдений в году.

всему профилю то увеличивается, то уменьшается. Однако в большинстве случаев по плотному остатку и хлору коэффициент САС колеблется в пределах единицы или несколько превышает ее. Однако в связи с тем, что почвы данной части делювиальной равнины засолены незначительно (содержание солей колеблется в пределах 0,1%), отмеченные изменения не дают оснований считать солевой режим характеризуемой почвы сезонно необратимым. По-видимому, будет правильным его считать стабильным, т.е. сезонно-обратным. Это подтверждено также исследованиями Г. В. Захариной (1958).

Почвы средней части неорошающей зоны делювиальных равнин этого массива отличаются иным солевым режимом. Здесь солесодержание от сезона к сезону подвергается значительным изменениям. При этом к осеннему периоду происходит не засоление, как это было установлено для аналогичных зон других массивов, а рассоление, темп которого из года в год устанавливается. Так, в почве площадки 501 весной 1961 г. в верхнем метровом слое содержалось 0,26% солей и 0,03% хлора. Осенью солесодержание, особенно по плотному остатку, уменьшилось почти наполовину (до 0,13%) и оставалось почти неизменным до весны 1962 г. Коэффициент САС по плотному остатку оказался равным 1.

Осенью этого же года содержание солей заметно уменьшилось (коэффициент САС равнялся 0,8). Однако весной 1963 г. солесодержание резко возросло и коэффициент САС по данным за весенний периоды 1962 и 1963 гг. равнялся 1,6 по плотному остатку и 1,5 по хлору. В дальнейшем (осенью 1963 г.) почва подвергалась резкому рассолению (не только по сравнению с весенним периодом 1963 г., но и по отношению ко всем предыдущим сезонам). Коэффициент САС по сравнению с весенним периодом этого же года оказался равным 0,5 по плотному остатку и 0,4 по хлору.

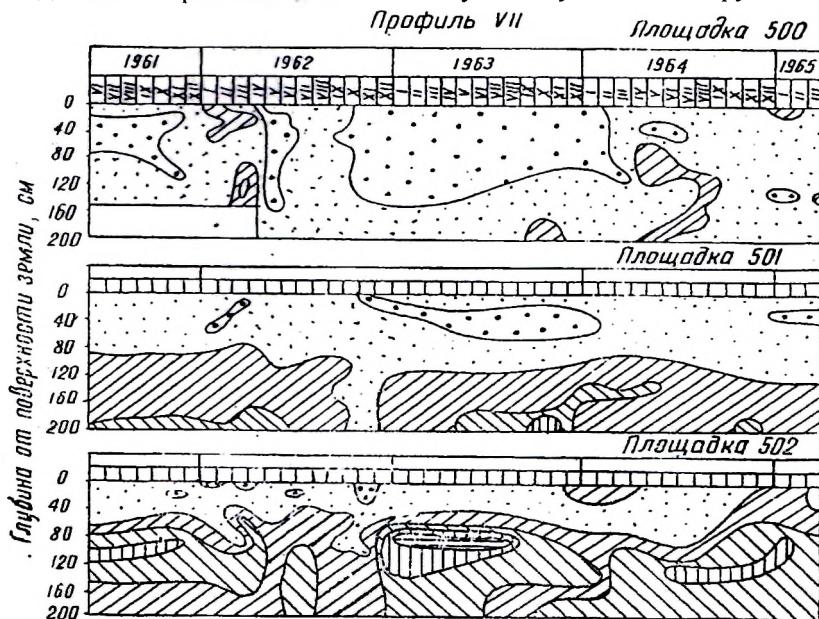


Рис. 24. Динамика засоления почв в условиях подгорной равнины Мильской степи: а – неорошающие, б – орошаемые почвы. Содержание солей в почве: 1 – меньше 0,1%; 2 – 0,1–0,2%; 3 – 0,2–0,5%; 4 – 0,5–1,0%; 5 – 1,0–1,5%; 6 – 1,5–2,0%.

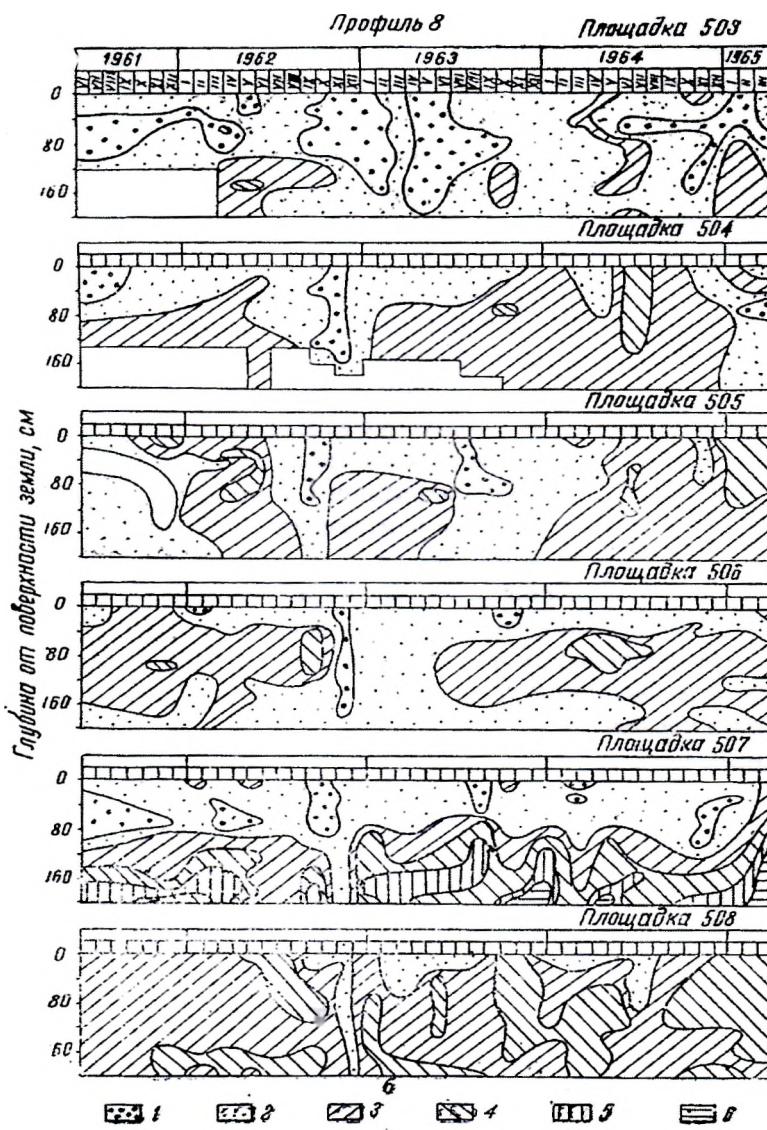


Рис. 24.

Сказанное о верхнем метровом слое без существенных изменений проявляется и во втором метровом слое.

Довольно близкие данные получены для почв шлейфовой части неорошаемой зоны делювиальных равнин Мильской степи. Однако в связи с тем, что эти почвы засолены сравнительно больше (пл. 502), степень рассоления почв по абсолютному содержанию солей выражена еще более четко.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют, что почвы неорошаемой зоны делювиальных равнин Мильской степи (выше оросительной системы им. Орджоникидзе) подвергаются последовательному рассолению, что дает нам основание отнести солевой режим этих почв к сезонно необратимому рассолению

Статистическая обработка данных по коэффициенту САС показала, что в отличие от почв предыдущих массивов, коэффициенты САС здесь уменьшаются по направлению к шлейфовой части неорошаемой зоны делювиальных равнин. Коэффициент корреляции показывает ту же картину, что и для почв Сиазань-Сумгaitского массива.

Рассоление почв в условиях неорошаемой зоны делювиальных равнин Мильской степи, по-видимому, может быть объяснено древностью формирования суши в этой части Азербайджана. Сглаженность поверхности горных систем, окружающих данную равнину, способствовала затуханию или же сильному ослаблению процесса эрозии и, следовательно, вымыванию солей из возвышенных частей массива. Анализы вод делювиальных потоков показали низкую величину годового стока поверхностных вод и солей, приносимых этими водами (подробно см. гл. V). Сравнительно высокая промачиваемость этих почв также благоприятствует их рассолению.

В отношении солевого режима почв орошаемой зоны выявляется несколько иная картина. Для этих почв прежде всего обнаруживаются два аспекта, слагающих годичный цикл солевого режима. В периоды проведения поливов, способствующих высокому увеличению влагосодержания в почве, развиваются нисходящие токи раствора и почвенный профиль переживает значительное рассоление, нередко охватывающее двухметровый слой почвы (профиль VIII). В межполивные же периоды, когда почвенная влага подвергается поверхностному испарению и транспирации культурных растений, преобладают восходящие токи почвенных растворов и происходит перемещение солей из глубинных горизонтов в поверхностные слои почв.

В межвегетационные периоды солевой режим почв в основном регулируется влиянием атмосферных факторов, т.е. находится под непосредственным воздействием выпадающих атмосферных осадков и испарения с поверхности почвы. Однако в связи с малым количеством атмосферных осадков в это время, как явствует из представленных графиков (профиль VIII), в почвенном профиле в отношении режима засоления существенных изменений не происходит.

На режиме засоления почв орошаемой зоны делювиальных склонов Мильской степи оказывается и влияние грунтовых вод, появившихся в результате орошения. Однако режим грунтовых вод, установленный для почв стационарных площадок восьмого профиля, не всегда угрожает вторичным засолением поверхностных слоев почв. При таком режиме грунтовых вод в условиях проницаемых грунтов и искусственной дренированности массива в большинстве случаев вполне обеспечивается выщелачивание солей из поверхностных слоев. Так, на участках площадок 503–507, заложенных соответственно под кукурузу, хлопчатник, зерновые (ячмень) и люцерну, грунтовые воды вследствие влияния орошения залегают неглубоко от поверхности земли (1,5–2,0 м) и слабо минерализованы (2–3 г/л). Влияние грунтовых вод на солевой режим почв проявляется довольно слабо.

Почвы по всему профилю не засолены. Слабое засоление отмечается лишь в глубинных горизонтах почв. Периодические изменения засоленности также невелики. Так, по данным весенних наблюдений 1961 г. в верхнем полуметровом слое этих почв содержание солей составляло 0,1–0,2%. Осенью этого же года оно несколько увеличилось. При этом соленакопление в верхнем метровом слое почв соответствовало уменьшению содержания солей во втором метре и, наоборот, рассоление верхних слоев почв вызвало соленакопление в нижележащих горизонтах. Это

дает основание считать, что хотя здесь солевой режим почв в связи с близким залеганием грунтовых вод и выражен, однако солевой запас не изменяется<sup>19</sup>.

Наряду с этим солевую динамику почв площадки 508 нельзя не объяснить в значительной степени влиянием грунтовых вод. Площадка 508 расположена в нижней части орошающей зоны делювиальных равнин под лесопосадкой. Здесь почвы отличаются иным солевым режимом, хотя от сезона к сезону и наблюдается рассоление почв, однако в годичном цикле оно не выдерживается и в профиле почв происходит соленакопление. Весной 1961 г. солесодержания в метровом слое почв составляло 0,35% по плотному остатку и 0,10% по хлору, в этот же период 1962 г. оно достигло соответственно 0,38 и 0,12%, а спустя еще один год увеличилось до 0,47% по плотному остатку и до 0,14% по хлору. Некоторое увеличение засоленности отмечалось весной 1964 г. (до 0,51% по плотному остатку и до 0,16% по хлору). Довольно близкие величины обнаружены также для второго метрового слоя почвы.

Таким образом, почвы данного участка переживают стадию засоления, и по классификации В. А. Ковды (1946, 1947), могут быть отнесены к сезонно необратному режиму засоления. Такой режим обусловлен влиянием грунтовых вод, которые в период наблюдений (1961–1965) находились на глубине 160–200 см и имели минерализацию 10–15 г/л. В условиях тяжелых почвогрунтов и отсутствия коллекторно-дренажной сети (площадка 508 находилась за ее пределами) это грозит вторичным засолением почв, о чем свидетельствуют результаты статистической обработки коэффициентов САС. Как видно из этих данных (табл. ), если коэффициент САС для орошаемых почв в условиях коллекторно-дренажной сети составляет в среднем 0,83, то в условиях отсутствия ее он доходит до 1,3. Высокий коэффициент корреляции, полученный для орошаемых почв в условиях коллекторно-дренажной сети, по-видимому, кроме вегетационных поливов, обусловлен проведением промывок и зимних аратов. Рассоляя почвенный профиль, они способствуют резкому изменению солевого режима почв.

Таким образом, резюмируя все изложенное, можно прийти к заключению, что солевой режим почв делювиальных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления в условиях отсутствия орошения управляет непосредственным воздействием атмосферных факторов (атмосферные осадки и испарение с поверхности почв), водами делювиальных потоков и их химизмом, жизнедеятельностью растений и диффузным перемещением солей.

Благодаря влиянию этих факторов в характеризуемых почвах происходит своеобразная дифференциация солесодержания. Здесь на протяжении всего периода наблюдений сохраняется почти один и тот же вид солевого профиля. Для большинства исследованных почв характерен солевой профиль с резким солевым максимумом в средней части. Эта закономерность по направлению к шлейфовой зоне делювиальных равнин проявляется в более выраженной форме. Наблюдаются некоторые изменения в солесодержании, однако они не нарушают общего характера солевого профиля. Солесодержание наиболее динамично в верхних и глубинных горизонтах почв. По направлению к шлейфовой зоне делювиальных равнин изменчивость засоления проявляется еще сильнее и увеличивается мощность охватываемого слоя.

<sup>19</sup> К такому же выводу пришла в свое время Г. В. Захарьина (1958).

Таблица 30

## Статистическая обработка коэффициентов САС по прошаемым почвам с делювиальной формой засоления (среднее значение для слоя 0–1 м)

№ пло- щадок	В условиях дренажа			В отсутствии дренажа			
	Коэффи- циенты САС	Отклоне- ние от среднего ( $V$ )	Квадрат отклонения ( $V^2$ )	№ пло- щадок	Коэффи- циент САС	Отклоне- ние от среднего ( $V$ )	Квадрат отклонения ( $V^2$ )
503	1,3	+0,47	0,2209	508	1,4	+0,1	0,1
	0,6	-0,23	0,0529		1,6	+0,3	0,09
	1,5	+0,67	0,4489		1,0	-0,3	0,09
	0,9	+0,07	0,0049		1,4	+0,1	0,01
504	1,3	+0,47	0,2209	261	1,3	+0,0	0,00
	0,4	-0,43	0,1849		1,2	-0,1	0,01
	0,7	-0,13	0,0169		1,5	+0,2	0,04
	1,6	+0,77	0,5929				
505	1,2	+0,37	0,1369	286	1,1	-0,2	0,04
	0,5	-0,33	0,1089		1,3	+0,0	0,00
	0,3	-0,53	0,2809		1,2	-0,1	0,01
	0,9	+0,07	0,0049				
506	1,2	-0,37	0,1369				
	0,3	+0,53	0,2809				
	0,6	-0,23	0,0529				
	0,7	-0,13	0,0169				
507	0,7	-0,13	0,0169				
	0,6	-0,23	0,0529				
	0,9	+0,07	0,0049				
	0,4	-0,43	0,1849				
$M=0,83$		$\pm 3,33$	$\Sigma_{V^2}=3,0220$	$M=1,3$		$\pm 1 \pm 0,7$	$\Sigma_{V^2}=0,30$

Выявлено, что при такой динамичности солесодержания запас солей в верхнем слое почвенного профиля верхней и средней зон делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани и Сиазань-Сумгайтского массива от сезона к сезону и от цикла к циклу в значительной степени увеличивается. В глубинных горизонтах отмечается существенное уменьшение солевого запаса, что, очевидно, указывает на вертикальное перемещение солевых масс, обусловленное испарением капиллярно-подвешенной влаги и диффузным передвижением солей.

В почвах шлейфовой зоны делювиальных равнин соли накапливаются от цикла к циклу не только в верхней части, а в целом по всему профилю почв. Это вызвано, с одной стороны, поверхностной транспортировкой солей (с водами делювиальных потоков) и испарением подвешенной влаги из почвы, а с другой – диффузным перемещением солевых масс из более глубинных слоев почв (с глубины до 2 м от поверхности земли) и десукцией растений. О роли этих явлений свидетельствуют результаты специально проведенных нами экспериментов (см. гл. V).

Для почв шлейфовой зоны делювиальных равнин, приуроченных к микропроявлениям, выявлены случаи, когда почвенный профиль благодаря выщелачивающему воздействию скапливающихся поверхностных вод от цикла к циклу подвергается существенному рассолению. Однако в целом для почв делювиальных равнин Азербайджана зафиксирован процесс соленакопления, выраженность которого, как показывает статистическая обработка коэффициентов САС, усиливается по направле-

Таблица 31

## Статистическая обработка коэффициентов САС почв делювиальных равнин Азербайджана

Название равнин	№ площадок и коэффициенты САС					Отклонение от среднего ( $V$ )					Квадрат отклонения ( $V^2$ )		
	Верхняя зона ( $X_1$ )		Средняя зона ( $X_2$ )			Шлейфовая зона		$\bar{A} = \bar{M} - \bar{x}$		$\bar{A} = \bar{M} - \bar{x}$		$\bar{A} = \bar{M} - \bar{x}$	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1													
Делювиальные равнины Юго-Восточной Ширванни (Бабазанский, Кюровдагский, Хараминский массивы).	230	1,4	231	1,5	233	2,5	+0,25	+0,18	+0,81	0,0625	0,0324	0,6561	
	236	0,9	1,6	1,6	1,6	1,5	+0,45	+0,28	+0,11	0,2025	0,0784	0,0121	
		1,1	1,9	235	1,0	-0,05	+0,58	-0,39	0,0025	0,3364	0,1521		
		1,4	234	1,0	1,2	+0,25	-0,32	-0,19	0,0625	0,1024	0,0361		
	239	0,6	0,9	0,9	1,6	-0,55	-0,42	+0,21	0,3025	0,1764	0,0441		
		0,8	0,8	240	0,5	-0,35	-0,52	-0,89	0,1225	0,2704	0,7921		
		1,1	0,9	0,9	0,9	-0,05	-0,42	-0,49	0,0022	0,1764	0,2401		
	237	1,1			+0,35	-0,22			0,1225	0,0484			
											0,0144		
											0,0004		
	238											0,0064	
													+0,08
													1,4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Делювиальные равнины Сиазань-Сумгантского массива	263	1,2 1,2	260	1,2 1,1	257	1,4 1,2 1,5	+0,05 +0,05 +0,15	-0,12 -0,22 -0,12	+0,01	0,0025	0,0144	0,0001	
	267	1,2 1,2	262	0,9 1,2	258	1,4 1,5 1,7	+0,05 +0,05 +0,05	-0,42 +0,88 +1,08	+0,11	0,0025	0,0484	0,0361	
	268	1,1 1,3		2,2 2,4 2,2	259	1,6 1,8 1,6	-0,05 +0,15 +0,05	+0,88 +0,88 +0,88	+0,31	0,0025	0,0144	0,0121	
					266	1,6 2,0 1,7	+0,05 +0,05	+0,21	0,0025	0,0025	0,1764	0,0001	
						1,8 1,6 1,4 2,1	+0,15 +0,05 +0,05 +0,05	+0,41	0,0025	0,0025	0,7744	0,0121	
								+0,21	0,0025	0,0025	1,1664	0,0961	
								+0,61	0,0025	0,0025	0,1764	0,0441	
								+0,31	0,0025	0,0025	0,1681	0,0441	
								+0,01	0,0025	0,0025	0,3721	0,0961	
								+0,71	0,0025	0,0025	0,0001	0,0001	
											0,5041		
Делювиальные равни- ны Мильской степи	500	1,1 0,9 1,1 1,0	501	0,5 1,8 0,7 0,8	502	0,9 0,7 0,4 0,6	-0,05 -0,25 -0,05 -0,15	-0,78 +0,48 -0,62 -0,15	-0,49	0,0025	0,6084	0,2401	
Средний коэффи. САС	$M_1=1,15$	$M_2=1,32$		$M_3=1,39$		$\pm 1,85$	$\pm 4,98$	$\pm 5,18$	$\Sigma \nu_1^2 =$ $=1,0950$	$\Sigma \nu_2^2 =$ $=4,3560$	$\Sigma \nu_3^2 =$ $=5,6585$		

нию к шлейфовой зоне делювиальных равнин. Так, если средний коэффициент САС для верхней зоны делювиальных равнин Азербайджана в целом составляет 1,5, то для средней зоны он доходит до 1,32, а для шлейфовой зоны – до 1,39 (табл. 31). При этом установлено, что почвы неорошающей зоны делювиальных равнин Мильской степи (выше оросительной системы им. Орджоникидзе) при их незначительном засолении подвергаются все углубляющемуся рассолению. Мы считаем возможным связать это с ограниченностью привноса солей со стороны окружающих горных систем и выщелачивающим воздействием атмосферных осадков.

Почвы делювиальных равнин в условиях орошения (Мильская делювиальная равнина) находятся в состоянии периодического засоления за счет выноса солей капиллярной каймой грунтовых вод с последующим выщелачиванием оросительными водами. При таком солевом режиме, как показали балансовые расчеты и статистическая обработка коэффициентов САС, в условиях нормально работающей коллекторно-дренажной сети обнаруживается последовательное рассоление почвенного профиля (средний коэффициент САС равен 0,83). В отсутствии же коллекторно-дренажной сети в условиях орошения происходит вторичное засоление почв, при среднем коэффициенте САС 1,3.

*ЧАСТЬ ВТОРАЯ*

**РАЗРАБОТКА РИЕМОВ МЕЛИОРАЦИИ  
ПОЧВ С ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ  
ФОРМОЙ ЗАСОЛЕНИЯ**



## ГЛАВА VIII

### ОБЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЛИОРАЦИИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Мелиорация засоленных почв в СССР основывается на многовековом опыте и глубоком понимании сущности процессов засоления. Теоретические предпосылки освоения засоленных земель были высказаны еще в конце прошлого года. В дореволюционное время некоторые авторы (Миддендорф, 1882, Докучаев, 1891; Димо, 1911; Бушуев, 1911 и др.) находили, что основным путем активного влияния на засоление почвы в целях их мелиорации является воздействие водой, т.е. промывка. Ввиду необходимости применения больших промывных норм (Жилинский, 1882) было признано, что обработанные промывные воды должны отводиться искусственной дренажной сетью (Бушуев, 1908; Димо, 1914).

Согласно современным взглядам, мелиорация засоленных почв не может быть решена применением какого-либо одного, универсального технического приема. Она требует осуществления системы мероприятий, взаимосвязанных между собой и состоящих из следующих основных элементов: 1) высокого агротехнического комплекса, 2) соответствующей организации территории, 3) правильной эксплуатации оросительной сети, 4) комплекса специальных мелиоративных мероприятий по удалению солей из почвы. Первые три элемента, как известно, являются системной мероприятий, предупреждающих соленакопление в почве, что имеет большое значение в борьбе со вторичным засолением. Однако в тех случаях, когда почвы оказываются сильнозасоленными (или солончаками) для из мелиорации основных способом является четвертый элемент системы мероприятий, т.е. промывка капитально спланированного поля на фоне коллекторно-дренажной сети.

Основные результаты опытных работ по промывке засоленных почв были рассмотрены В. Р. Волобуевым в его работе «Промывки засоленных почв» (1948).

Промывки в широком масштабе были проведены в период 1920–1925 г. в Голодной степи, где явления засоления земель в первые же годы ирригационного освоения приняли весьма широкие размеры. Из-за того, что была применена промывка на фоне мелких дрен (глубиной 1,0–1,5 м) полного опреснения земель не было достигнуто и произошло некоторое восстановление засоления после промывок. В связи с этим несколько позже в Голодной степи был принят глубокий дренаж, в среднем глубиной 2 м (Мальгин, 1939).

Весьма обстоятельно промывка почв изучена на Ферганской опытной станции

на фоне открытого мелкого и закрытого глубокого дренажа (Феодоров, Малахов, Феодорова, 1934). Опытные промывки в условиях недостаточного дренирования проведены в долине р. Вахш (Беспалов, 1939, 1940).

С целью опытной проверки возможности промывки больших площадей злостных солончаков в без дренажных условиях проведена промывка отдельного спланированного участка площадью 40 га, с глубиной грунтовых вод 4,2 м (Петров, 1934), в результате чего опреснился слой почвы мощностью 150–250 см.

Представляют интерес опыты по промывке засоленных почв, проведенные в условиях отсутствия искусственного дренажа в Таджикской ССР (Музычук, Фивег, Спенглер). В этих опытах промывной нормой 2500–3000 м<sup>3</sup>/га было вымыто до 80–85% хлора из поверхностного слоя почвы, общее же опреснение прослеживалось гораздо глубже. Промывка засоленных земель в бездренажных условиях при глубине грунтовых вод 2,5–3,0 м, также проведена в долине Сыр-Дары (Малахов, 1939). Степень достигнутого обессоливания допускала посев хлопчатника и люцерны.

Вопрос промывки и освоения засоленных земель в условиях Муганской низменности привлекал внимание многих исследователей. Развитие непосредственных полевых исследований по промывкам засоленных земель в Азербайджане имеет недавнюю историю. Такая работа в республике началась после 1930 г. Осуществлялась она, главным образом, в трех пунктах: на Муганской опытной станции (Джафархан), в Юго-Восточной Ширвани (совхоз Карабала) и на Южной Мугани. К настоящему времени накоплен богатый опытный материал, по которому сделаны важные выводы. Результаты этих работ широко освещены в литературе (Беседнов, 1935, 1939, 1955, 1957; Шошин, 1936, 1937, 1940, 1954, 1955; Курушин, 1940, 1941; Волобуев, 1941, 1948, 1960; Ковда, 1946; Бехбудов, 1951; Захарына, 1958; Морозов, 1962 и др.).

В последнее время масштаб опытно-исследовательских работ в этом направлении заметно расширился. В Сальянской степи проведен опыт промывки засоленных земель в условиях сочетания мелкого дренажа с глубоким (Нунупаров, 1954) и отмечен положительный результат в отношении ускорения отвода грунтовых вод, выноса солей и рассоления почвогрунтов. Расширилась сеть опытно-исследовательских работ также по всей Муганской низменности, являющейся объектом широкой мелиорации. Заложены опытно-дренажные участки в Ширванской степи (Минводхоз Азерб. ССР и Почвенный институт им. В. В. Докучаева МСХ СССР, АзНИИГиМ), в Карабахской степи (Минводхоз, АзНИИГиМ), возобновлены работы на Южной Мугани (АзНИИГиМ). Опытно-мелиоративные работы приняли широкий характер также в Среднеазиатских республиках (Почвенный институт им. В. В. Докучаева МСХ СССР, ВНИИГиМ).

Обобщающие работы, подводящие итоги опытных работ по мелиорации и освоению засоленных земель в условиях Средней Азии и Азербайджана на фоне коллекторно-дренажной сети (Малыгин, 1939; Беседнев, 1935, 1953; Волобуев, 1948, 1960; Бехбудов, 1951; Легостаев, 1952, 1953; Шошин, 1954; Долгов и Сухенко, 1954; Рабочев, 1950, 1962, 1964; Рабочев и Ефимов, 1955; Нунупаров, 1954, 1958; Пенской, 1955; Керзум, 1958 и др.), показывают широкую эффективность дренажа в отношении рассоления почвогрунтов.

Обобщая многолетний опыт проведения промывок и освоения Восоленных земель в условиях Средней Азии и Азербайджана. В. Р. Волобуев (1948) отмечает,

что эффект промывки зависит от многих факторов, основными из которых являются степень засоленности и состав солей почвогрунтов, влажность почв, глубина залегания грунтовых вод, механический состав почвогрунтов и условия дренированности промывного объекта. Кроме того, эффект промывки зависит также от срока и порядка проведения промывки, качества употребляемой воды и др.

Теория и практика промывки засоленных земель хорошо освещены в литературе (Федоров, 1934; Беседнов, 1935, 1959; Малыгин, 1934, 1938; Музичук, 1936, 1939; Морозов, 1935, 1962; Астапов, 1963; Волобуев, 1941, 1948, 1960; Ковда, 1946; Рабочев, 1953; Легостаев, 1953 и др.). В. Р. Волобуев (1948), обобщивший материалы, посвященные промывкам засоленных земель, указывает на четыре типа промывок;

1) промывки с водоотводом в собственную капиллярную водоемкость почвогрунтов:  $Q=Q_1$ , где  $Q$  - промывная норма,  $Q_1$  - количество воды, насыщающей почву сверх естественной влажности до предельной полевой влагоемкости;

2) промывки с водоотводом в собственную капиллярную и некапиллярную водоемкость почвогрунтов:  $Q=Q_1+Q_2$ ;

3) промывки с водоотводом с помощью дренажа;  $Q=Q_1+Q_2+Q_3$ , где  $Q_2$  – количество воды, насыщающей почву сверх предельной полевой влагоемкости до полной влагоемкости,  $Q_3$  – количество воды, фильтрующейся через почву после ее полного насыщения, которое может быть выражено как величина, кратная предельной полевой влагоемкости с коэффициентом, зависящим от засоления и водно-физических свойств почвы;

4) промывки «выпором»:  $Q=R$ , где  $R$  – поверхностный расход – траспирация и испарение или поверхностный сток.

Указанные типы промывок В. Р. Волобуев, в свою очередь, делит на отдельные подтипы или виды промывок.

Не вдаваясь в подробности этого поздравления, отметим, что первый тип промывок ( $Q=Q_1$ ) В. Р. Волобуевым делится на четыре подтипа или вида, один из которых – промывки в водоемкость в зоне поверхностного иссушения и промывки в глубинную водоемкость, которые объединяются в группу промывок «осаживание» (термин Н. А. Качинского, 1937).

Таким образом, все типы промывок, за исключением последнего, относились к почвам, характеризующимся близким залеганием сильноминерализованных грунтовых вод.

Опытные промывки засоленных земель, формирующихся в условиях отсутствия влияния грунтовых вод в Азербайджане, в условиях равнины Богаз проведены Н. А. Качинским (1937). Автором сделаны выводы, имеющие большую практическую ценность.

Остановимся вкратце на сущности промывок с осаживанием солей. Мы считаем это необходимым, так как промывка засоленных земель

Делювиального происхождения проводилась именно этим методом. Промывки осаживанием, как известно (Розов, 1936; Качинский, 1937; Волобуев, 1948), осуществляются в условиях достаточно глубокого залегания грунтовых вод и большой мощности иссушенной толщи, образующейся под влиянием испарения и транспирации капиллярно-недонасыщенного горизонта. В этом случае возможны промывки с размещением промывной воды в свободной капиллярной водоемкости. При таких промывках солевой запас почвогрунтовой толщи не изменяется и происходит

лишь перемещение солей по почвенно-грунтовому профилю.

Наши непосредственные опыты (Абдуев, 1956, 1959) показали, что при промывках с осаживанием в зону поверхностного иссушения не исключена возможность обратного выноса солей. Это может стать особенно опасным при наличии уплотнений в подпахотном горизонте, ограничивающем глубину смывания солей слоем очень малой мощности. И, наоборот, при большой мощности иссушенной, хорошо дренированной толщи, возможно смывание солей на глубину, исключающую обратный их вынос к поверхности. Это становится особенно эффективным в тех случаях, когда в почву, обладающую солонцовыми признаками, перед промывкой вносится соответствующая доза химических мелиорантов, о чем будет подробно сказано ниже. Здесь ограничимся лишь указанием на результаты осаживанием, проведенных ранее.

Известны результаты успешных промывок осаживанием, осуществленных в условиях глубокого залегания грунтовых вод в Казахстане (Орловский, 1930), Заволжье (Усов, 1934), Азербайджане (Качинский, 1937, Абдуев, 1956, 1959, 1960), Нарынской впадине Тянь-Шаня (Нарбаев, 1964). Н. А. Качинский, осуществляя в условиях равнины Богаз (Азербайджана) промывки осаживанием в капиллярную водоемкость в зоне поверхностного иссушения, установил, что в некоторых почвах вследствие наличия уплотненного подпахотного горизонта соли вмываются неглубоко и уже на глубине около 20–50 см происходит интенсивные соленакопление. Автор выяснил, что промывки нормами 1000–1500 м<sup>3</sup>/га вызывают осаждение легкорастворимых солей глубже 20 см во всех категориях почв равнинны Богаз, включая и солончаки. В других же случаях, когда верхние слои почвы подстилались на глубине метра или глубже песчаными или гравелистыми прослойками, соли вмывались в глубокие слои грунтов, и засоления не наблюдалось даже при длительном применении для орошения соленых вод реки Сумгайт.

Как было указано в главе V, орошение засоленных почв делювиального происхождения (причем не соленой, а пресной водой) не всегда приводит к осаживанию водорастворимых солей в почвенном профиле. В частности, при наличии уплотненного солонцового подпахотного горизонта оно способствует сильной реставрации засоления в поверхностных горизонтах почв. Поэтому промывка этим способом в наших условиях может быть осуществлена только путем последовательного осаживания солей розовым промывными нормами, рассчитанными в основном на собственную водоемкость иссушенной почвы и на длительный промежуток времени (Абдуев, 1959). Чтобы получить необходимое опреснение почвогрунта при промывке вмыванием, необходимо прежде всего искусственное улучшение водопроницаемости почвы (путем химической мелиорации). При проведении промывки осаживанием солей мы старались учесть эти особенности засоленных земель делювиального происхождения.

**Движение солей в почве.** По В. Р. Волобуеву (1948), в почве можно различить два основных вида движения солей: активное и пассивное. Активным являются движение солей под влиянием собственной диффузии, а пассивное заключается в передвижении солей с движущейся водой.

Основные закономерности диффузного перемещения солей при различном влагосодержании в почве рассмотрены нами в главе V, где показано, что разность концен-

трации является фактором, обусловливающим определенную направленность диффузии, и что значение диффузии в процессе солеудаления из почвы при промывке достаточно велико. Она способствует ускорению перемещения солей к путям движения гравитационной воды, т.е. к нижележащим горизонтам. Однако при этом было отмечено, что имеет место и обратное движение солей путем диффузного процесса, что приводит к нежелательному эффекту, т.е. выравниванию концентрации почвенного раствора в опресненном, в результате промывки, верхнем слое почвы.

Интенсивность выщелачивания солей при промывках находится в прямой зависимости от скорости диффузии. Результаты наших экспериментов показали, что скорость диффузии в исследованных нами почвах весьма высока, причем с увеличением содержания влаги в почве она резко увеличивается. Исходя из этого можно полагать, что диффузный процесс при промывках почв с делювиальной формой засоления в условиях обеспеченного нормального движения гравитационной воды в почве должен стать одним из ускоряющих факторов рассоления почвогрунтов.

В процессе промывок особенно большое значение приобретает выщелачивание солей в фильтрующимся потоком, т.е. гравитационным током воды. Фильтрующейся водой переносятся соли, находящиеся в почвенном профиле в легкоподвижной форме. Известно, что первые порции промывной воды движутся по крупным ходам. В этот момент происходит растворение или даже прямое смыывание солей, находящихся на поверхности структурных отдельностей (Зонн, 1936; Волобуев, 1948; Абдуев, 1959). В дальнейшем после набухания почвы солеудаление этого вида прекращается. Указанная форма перемещения солей существует только в трещиноватых почвах, причем при внедрении лишь первой промывной нормы. Этот способ солеудаления применен на трещиноватых почвах низменности Дагестана (Зонн, 1937), Южной Мугани, Сиазань-Сумгaitского массива (Абдуев, 1956, 1959), Нарынской впадины Тянь-Шаня (Нарбаев, 1964) и в других местностях, причем получен положительный эффект (см. гл. X).

«Эффективность этого процесса, - указывает В. Р. Волобуев (1948), - очевидно, находится в зависимости, во-первых, от развития трещиноватости и, во-вторых, от интенсивности кристаллизации солей на поверхности структурных отдельностей, обращенных к трещинам и другим почвенным ходам. Литературные данные и результаты наших наблюдений показали, что в почвах, способны к набуханию и при высыхании дающих трещиноватость, возникают условия, благоприятствующие накоплению солей на поверхности стенок. Поэтому, как отмечают С. В. Зонн (1937) и В. Р. Волобуев (1948), в некоторых случаях солеудаление смыванием может иметь решающее значение для конечного результата промывки. Однако следует отметить, что при освоении засоленных земель делювиального происхождения промывка этим способом в один прием не приводит к желаемому опреснению корнеобитаемого слоя. Впоследствии обнаруживается реставрация засоления.

**П р и н ц и п ы р а с ч е т а п р о м ы в н о й н о р м ы .** Этот вопрос нашел свое освещение в работах А. Н. Костякова (1937), Л. П. Розова (1936), В. Р. Волобуева (1948, 1960) и ряда других ученых. Исследования ряда других ученых. Исследования ряда авторов (Малыгин, 1932, 1939; Розов, 1936; Волобуев, 1948) показали, что практическое определение промывной нормы может дать только проведение опыта строго в тех же условиях, в которых намечается осуществление полевой промывки.

При этом более или менее удовлетворительное приближение дают результаты промывки почв на монолитах. Однако, как отмечает В. С. Малыгин (1939), промывки на монолитах, по сравнению с полевыми опытами, дают уменьшение нормы. Правильность этого заключения установлена и в опытах А. П. Арзуманова (1937) и Ш. Г. Таирова (1961, 1965). Это можно объяснить тем, что в отличие от полевых опытов, в которых из учтенной промывной нормы часть воды расходуется на насыщение почвы до состояния предельной полевой влагоемкости и поверхностное испарение в монолитах, выщелачивание солей учитывается, исходя из профильтировавшегося количества воды.

«Большую эффективность промывок на монолитах, сравнительно с полевыми условиями, - указывает В. Р. Волобуев (1948), - можно отчасти объяснить более равномерным прохождением воды через толщу монолита, тогда как в поле значительная часть воды может проскачивать до крупным трещинами и биологическим ходам, не производя промывного эффекта». Из сказанного вытекает необходимость определения промывках норм на основании полевых опытов.

Полевых опытов до определению потребной промывной нормы в зависимости от степени засоления проведено довольно много (Федоров, 1934; Малыгин, 1932; Шошин, 1936; Беседнов, 1939; Рабочев, 1953, 1964; Легостаев, 1952, 1953 и др.). Однако рекомендации этих исследователей по промывным нормам резко отличаются друг от друга, что обусловлено, видимо, различиями объектов полевых опытов в степени и составе засоления, глубине грунтовых вод, механическом составе, мощности опресняемой толщи и т.д.

Отсутствие опытных работ по выяснению солеотдачи почв с делювиальной формой засоления в Азербайджане (за исключением исследования Н. А. Качинского по Богазу) заставило нас при проведении опытных промывок устанавливать потребную промывную норму без каких-либо предварительных расчетов. Осуществляя промывку некоторой нормой в полевых условиях, по эффекту обессоливания мы решали о достаточности или недостаточности принятой нами промывной нормы.

## ГЛАВА IX

### ПОЧВЕННО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКОВ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ ПО МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ С ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ЗАСОЛЕНИЯ. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### ВЫБОР И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как известно, мелиоративное оздоровление земель путем промывки позволяет ввести в культуру и эффективно использовать даже сильно засоленные земли. Однако надо иметь в виду, что мелиорация земель – дело весьма сложное, и при ее осуществлении приходится иметь дело с процессами, протекающими с весьма различной длительностью и направленностью.

При мелиорации одни процессы могут быть осуществлены достаточно быстро, например, промывка от солей верхнего корнеобитаемого слоя почвы, другие же по своей природе являются длительными, развивающимися на протяжении ряда лет. К этого рода процессам относится в частности, общее глубокое опреснение слоев почвенно-грунтовой толщи и грунтовых вод. Понятно, что пока не достигнуто опреснение более мощной толщи грунтов и грунтовых вод, сохраняется опасность реставрации засоления. Поэтому возможность освоения мелиорированных земель под сельскохозяйственные культуры следует рассматривать как главный, первый этап мелиорации. В процессе сельскохозяйственного использования мелиорация должна быть завершена и в части длительно протекающих элементов. Явления реставрации засоления и осолонцевания почв могут возникнуть также и на дренированных и промытых землях, если условия использования земель будут неблагоприятно изменены.

В своих опытах мы ограничивались опреснением корнеобитаемого слоя почвы, которые, как нам кажется, является главным шагом в использовании характеризуемых земель под сельскохозяйственные культуры. Дальнейшее более глубокое опреснение почвогрунтов, как показывают мировая практика и результаты многочисленных опытов в Средней Азии, Азербайджане и других областях СССР, может осуществляться при правильном использовании этих земель под орошение земледелие.

Переходя к описанию мелиоративных особенностей почв с делювиальной формой засоления, в частности поведения их при промывке, необходимо отметить, что осуществлению опытных работ по проведению промывки почв препятствовал ряд организационных обстоятельств, в числе которых прежде всего следует указать отсутствие оросительных вод и необходимых ирригационных сооружений в зоне рас-

пространения почв с делювиальной формой засоления. Поэтому для осуществления опытных промывок мы вынуждены были привозить воду (с расстояния 20–30 км) в бочках, а позже использовать для этой цели автоцистерны.

Другим, более существенным обстоятельством, осложнявшим проведение опытных работ, являлось использование исследуемых массивов под пастбища овец, что вызвало необходимость ограждения опытных участков.

Полевые исследования по опытным промывкам мы организовали так, чтобы осветить наиболее важные вопросы, на основании которых можно было бы установить общие закономерности по эффективности промывных норм и степени солеотдачи характеризуемых почв. Поэтому в качестве объектов полевых исследований для опытных промывок были выбраны участки, характерные для всех массивов подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления.

Под опытные промывки были выделены почвы с относительно малым, средним и сильным засолением и солончаки. Следовательно, охвачены все градации засоленности. Опытные участка в большинстве были приурочены к средней и шлейфовой полосам делювиальных склонов, как наиболее удобных для организации орошения.

Полевые исследования по опытным промывкам были проведены на Сиазань-Сумгaitском, Кюровдагском массивах и на делювиальном склоне Боздага, в совхозе подсобного хозяйства Мингечаурского ОРСа (ныне учебное хозяйство Азербайджанского сельскохозяйственного института).

Опытные промывки на делювиальном склоне Боздага были приурочены к верхней полосе, на Кюровдагском массиве – к средней полосе делювиальных склонов, а на Сиазань-Сумгaitском – к верхней, средней и шлейфовой полосам объекта. Грунтовые воды во всех случаях залегали глубоко (на глубине более 10 м от поверхности).

Перед началом опытов на землях каждого участка было заложено по три разреза, чтобы получить точное представление об исходном состоянии почв опытных полей. В образцах определялось содержание влаги, солей, поглощенных оснований, механический и микроагрегатный состав. Определялось также содержание гипса, карбонатов, pH и максимальная молекулярная влагоемкость. Объемный вес почвы определялся в полевых условиях. Из полученных аналитических данных в тексте приводятся в большинстве случаев данные по одному типичному разрезу, а остальные – в приложениях.

Коротко охарактеризуем объекты исследований.

## **1. Почвенные условия опытных участков на Сиазань-Сумгaitском массиве**

Опытные промывки на Сиазань-Сумгaitском массиве осуществлялись в 1956 и в 1960–1961 гг. В 1956 г. исследования проводились на территории колхоза им. Н.Нариманова (бывшего Сиязанского района), в 1960–1961 гг. – на территории колхоза «Коммунист» Сумгaitского района. Почвенные условиях этих объектов резко отличаются друг от друга.

**Опытный участок на территории колхоза им. Н.Нариманова** был расположен в нижней части средней полосы делювиальных склонов (в районе с. Зорат). Рельеф местности – плоская равнина с небольшим уклоном в сторону моря. Микрорельеф – следы старопашки. Растительность в основном состоит из солянок

(*Salsola crassa*, *Suaeda microphlla* и др.). Почва – сероземный корневый солонец, сформированный из глинистых делювиальных износов.

Поверхность почвы разбита частыми широкими трещинами. Морфологическая характеристика почв следующая:

0–11 см – буровато-серый, тяжелый суглинок, призмовидной структуры, плотный, трещиноватый, по стенкам призмы пронизан корнями сорняков, сухой;

11–28 см – светлее предыдущего, тяжелоглинистый, с очень плотной столбчатой структурой, встречаются корешки, сухой;

28–43 см – серо-бурая тяжелая глина с плотноватой, неясно столбчатой структурой, белоглазка в большом количестве единичные корешки, свежий;

43–61 см – чуть светлее предыдущего, тяжелоглинистый, столбчатый, очень плотный, единичные очень мелкие корешки, свежий;

61–92 см – гипсовый горизонт, скопления друз гипса, буроватый с серым оттенком, глинистый, слитый, неясная структура, свежий;

92–107 см – серо-бурый легкий суглинок неясная структура, рыхловатый, масса скопления кристаллического гипса, заметно влажный;

107–125 см – светлее предыдущего, с красноватым оттенком, рыхлый, редкие скопления гипса, влажный;

125–150 см – буровато-сизая глина, рыхловатый, редкие прожилки гипса, свежий.

Переход горизонтов почти во всех случаях достаточно ясный, а иногда даже резкий. С поверхности до глубины 62 см имеются трещины, причем до 30 см – широкие.

Объемный вес верхнего горизонта почвы не высокий (1,14), а начиная со второго горизонта резко увеличивается (табл. 32).

Таблица 32

Величина объемного веса сероземного коркового солонца  
(колхоз, им. Нариманова)

Глубина, см	0-11	11-28	28-43	43-61	61-92	92-107	107-125	125-150
Объемный вес	1,14	1,50	1,41	1,40	1,42	1,50	1,62	1,52

Из таблицы 33 видно, что содержание легкорастворимых солей сверху вниз постепенно увеличивается. В слое 0–43 см оно не превышает 0,2%, а ниже резко увеличивается, достигая максимума на глубине 92–107 см (1,344%).

Преобладающими в верхнем полуметровом слое почвы являются бикарбонаты, а в нижележащей толще – сульфаты и хлориды натрия и калия. В почве по всему профилю имеется и  $\text{CO}_3$ . Таким образом, почва имеет гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натриевое засоление. По механическому составу она тяжелая глинистая (табл. 34).

Поглощенный натрий в этой почве содержится в заметном количестве, причем преобладающая часть его (26% от суммы поглощенных оснований) приурочена к глубине 11–61 см. Это явно отражается на фильтрационной способности почвы. Морфологические признаки, величина щелочности и большое количество поглощенного натрия указывают на высокую солонцеватость почвы.

Несколько отличны почвы участка в колхозе им. Калинина. Опытный участок здесь расположен в нижней части верхней полосы делювиальных склонов (в 3 км к

Таблица 33

## Содержание и состав солей в опытных почвах Сиязань-Сумгайытского массива до промывки (%/мэкв)

Глубина, см	Плотный остаток, %	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	По разн. Na + K
1	2	3	4	5	6	7	8	9

## Сероземный корковый солонец (колхоз им. Н. Нариманова)

0—11	0,096	0,003 0,08	0,042 0,76	0,003 0,10	0,012 0,25	0,033 0,16	нет	0,025 1,10
11—28	0,170	0,004 0,16	0,082 1,36	0,005 0,15	0,017 0,37	0,003 0,16	•	0,043 1,88
28—43	0,192	0,012 0,40	0,091 1,50	0,010 0,30	0,027 0,56	0,005 0,25	0,002 0,18	0,053 2,33
43—61	0,520	0,009 0,32	0,087 1,44	0,063 1,78	0,205 4,27	0,004 0,24	0,002 0,18	0,170 7,41
61—92	0,854	0,002 0,08	0,036 0,60	0,155 4,38	0,277 5,78	0,008 0,42	0,003 0,27	0,239 10,34
92—107	1,344	0,002 0,08	0,024 0,40	0,171 4,84	0,476 9,93	0,022 1,10	0,010 0,84	0,273 12,31
107—125	0,752	0,016 0,56	0,025 0,20	0,129 3,65	0,214 4,45	0,021 1,05	0,002 0,21	0,174 7,60
125—150	0,601	0,008 0,16	0,017 0,26	0,237 6,70	0,277 5,78	0,017 0,89	0,010 0,64	0,263 11,47

## Серо-бурая почва (колхоз им. Калинина)

0—33	0,186	нет	0,054 0,90	0,053 1,02	0,008 0,18	0,007 0,37	нет	0,049 2,05
33—54	0,408	0,002 0,04	0,048 0,80	0,154 4,36	0,063 1,33	0,007 0,37	0,001 0,07	0,144 6,29
54—78	0,554	0,004 0,16	0,043 0,75	0,180 5,10	0,146 3,05	0,007 0,37	0,001 0,07	0,197 8,97
78—109	0,872	следы	0,043 0,75	0,287 8,10	0,177 3,70	0,014 0,72	0,003 0,27	0,265 11,56
109—130	1,010	нет	0,034 0,56	0,322 9,10	0,271 5,65	0,023 1,19	0,004 0,35	0,316 13,77
130—162	0,934	•	0,033 0,55	0,253 7,14	0,295 6,16	0,029 1,47	0,007 0,55	0,272 11,83

## Такыровидный солончаковый солонец (колхоз „Коммунист“)

I			0,037	0,140	0,119	0,010	0,008	0,138
0—10	0,528	нет	0,60	3,98	2,48	0,49	0,65	5,92
10—25	0,892	•	0,076	0,155	0,381	0,017	0,030	0,234
25—50	2,008	•	1,25	4,36	7,94	0,96	2,50	10,19
50—75	2,620	•	0,061	0,292	0,969	0,082	0,036	0,514
75—100	2,812	•	1,00	8,22	20,18	4,08	2,98	22,34
II			0,049	0,354	1,163	0,139	0,044	0,566
0—10	0,480	•	0,80	9,98	24,33	6,92	5,58	24,61
10—25	0,704	•	0,049	0,539	1,172	0,158	0,048	0,817
25—50	1,984	•	0,80	15,19	24,41	4,90	3,96	35,54

1	2	3	4	5	6	7	8	9
50—75	2,220	—	0,046	0,349	1,051	0,154	0,028	0,017
75—100	2,272	—	0,046	0,402	1,040	0,156	0,155	0,310
			0,75	11,33	21,33	7,78	12,72	13,48
III			0,070	0,159	0,132	0,030	0,013	0,133
0—10	0,537	—	1,15	4,80	2,75	1,48	1,11	5,79
10—25	1,288	—	0,075	0,155	0,527	0,974	0,021	0,258
			1,30	4,36	10,97	3,71	1,72	11,20
25—50	1,9108	—	0,064	0,199	0,975	0,151	0,030	0,390
			1,05	5,60	20,31	7,53	2,47	16,96
50—75	1,582	—	0,085	0,269	0,689	0,062	0,028	0,412
			1,40	7,59	14,35	3,09	2,34	17,91
75—100	1,604	—	0,073	0,402	0,551	0,050	0,002	0,456
			1,2	11,33	11,48	0,47	1,73	19,81

Таблица 34

**Механический и микроагрегатный состав опытных почв  
Сиязань-Сумгайытского массива (%)\***

Глубина, см	Гигро- скоп. влага, %	Частицы, мм						
		1—0,25	0,25— 0,05	0,05—0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	< 0,001	< 0,01
<b>Сероземный корковый солонец (колхоз им. Нариманова)</b>								
0—11	4,7	0,2	2,4	20,8	12,1	29,8	34,7	76,6
11—28	4,5	0,2	3,7	19,3	11,3	26,9	38,6	76,8
28—43	4,2	нет	0,5	20,3	14,4	27,3	37,5	79,2
53—61	4,6	—	1,7	17,1	12,3	27,0	41,9	81,2
61—92	4,5	—	3,4	15,4	13,2	29,1	38,9	81,2
92—107	3,8	1,1	25,1	14,0	7,5	20,7	31,6	59,8
107—125	2,7	2,1	57,8	6,3	3,5	11,6	18,7	33,8
125—150	5,0	нет	8,1	10,9	11,1	29,2	40,7	81,0
<b>Серо-бурая почва (колхоз им. Калинина)</b>								
0—33	5,1	нет	нет	7,1	13,2	37,6	42,1	92,9
33—54	5,8	—	—	8,4	10,4	36,7	44,5	91,5
54—78	5,4	—	3,4	14,1	11,3	31,0	40,2	82,5
78—109	5,1	—	нет	16,1	10,6	32,0	41,3	83,9
109—130	5,1	—	3,3	17,1	13,0	26,9	39,7	79,6
130—160	4,6	—	2,3	26,3	10,4	27,5	33,5	71,4
<b>Такыровидный солончаковый солонец (колхоз «Коммунизм»)</b>								

**Механический состав**

0—10	5,24	1,7	0,1	2,6	10,2	53,8	31,6	95,6
10—25	5,63	1,9	3,0	5,7	7,2	40,6	42,6	90,4
25—50	5,50	1,6	0,7	2,5	5,2	43,1	46,9	95,2
50—75	5,60	4,9	1,9	2,2	7,6	41,0	42,9	91,0
75—100	2,47	2,2	50,1	6,1	5,0	12,6	24,0	41,6

**Микроагрегатный состав**

0—10	—	1,1	10,0	11,6	12,5	35,9	28,9	77,3
10—25	—	1,1	29,7	14,2	41,0	11,2	2,4	55,0
25—50	—	0,8	0,2	3,8	9,2	39,7	46,3	95,2
50—75	—	1,5	8,0	3,4	4,6	31,3	51,2	87,1
75—100	—	4,5	48,0	6,7	14,7	24,7	1,4	40,8

\* Аналисти А. Т. Абдуллабекова и Ш. Д. Мамедова

юго-западу от ж. –д. станции Яшма). Рельеф местности – наклонная равнина. Распространенная здесь серо-бурая почва сформирована на древних аллювиальных отложениях, покрытых делювиальными наносами. Растительность состоит в основном из каргана и шведки мелколистистой. Угодье – пахота под зерновые. Почвы имеет следующие морфологические особенности:

0–33 см – серый, глинистый, рыхлый (пахотный горизонт), крупно-комковатый с отдельными глыбами, замечается призматичность. Корни эфемеров, полыни и солянки проходят по трещинам призм; сухой, переход резкий;

33–54 см – светло-каштановый, тяжелосуглинистый, крупностолбчатый, плотный, до конца горизонта идут трещины по столбикам, влажный, переход постепенный;

54–78 см – темно-коричневый, суглинистый, распадается на отдельные комки, рыхловатый, отдельные скопления сульфатов, влажный, переход заметный;

78–109 см – окраска такая же, как и гор. В, глинистый, плотный, очень редкие точечные скопления сульфатов, свежий, переход постепенный;

109–130 см – такой же, но несколько светлее и легче, преобладают сульфаты;

130–160 см – светлее предыдущего, сульфатов нет.

Содержание солей с глубиной почвенного профиля увеличивается, достигая максимума (1,01%) на глубине 109–130 см. Преобладают хлор и натрий. Почва имеет гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-натриевое засоление (см. табл. 33).

Механический состав серо-буровой почвы колхоза им. Калинина, по сравнению с почвой предыдущего участка, более тяжелый. Здесь содержание физической глины в верхней метровой толще почвы превышает 80–90%. Второй метровый слой почвы относительно менее глинистый (табл. 34).

На территории колхоза «Коммунист» опытная площадка расположена в шлейфовой полосе делювиальных склонов, приблизительно метрах в 500 к северу от с. Советабад Сумгaitского района, где распространены самые трудные почвы в отношении засоления, солонцеватости и механического состава. Рельеф местности – плоская равнина. Микрорельеф не выражен. Растительность представлена в основном поташником каспийским и единичными кустами полыни. Почва – такыровидный солончаковый солонец, сформированный на древних морских отложениях, покрытых глинистыми наносами делювия. Почвенная толща состоит в основном из мелкоземистых делювиальных отложений, под которыми залегают грубые (валунные) наносы. Поверхность почвы покрыта частыми широкими трещинами. Морфологическая характеристика следующая:

А 0–11 см – серый, глинистый, глыбистый замечается призмовидностью, плотный, корешки, сухой;

В 11–29 см – мутновато-серый, глинистый, глыбистый, трещиноватый, очень плотный, влажный;

С<sub>1</sub> 29–52 см – серый с коричневатым оттенком, глинистый, слитой, скопление кристаллического гипса, свежий;

С<sub>2</sub> 51–69 см – такой же, но без гипса;

СД 69–100 см – серый с слегка буроватым оттенком, глинистый, мелкие обломки ракушечников, влажноватый;

Д – за этим слоем следует сплошной горизонт галечника с валунами.

Валуно-галечниковый слой является как бы естественной дреной, однако в связи с тем, что водопроницаемость почвы почти нулевая, дрена оказывается бесполезной.

Табл. 35 показывает, что содержание гипса в горизонтах 25–50 см составляет около 3%. Выше и ниже этой глубины количество его резко снижается. Максимальная молекулярная влагоемкость этих почв достаточно высокая. В 75-сантиметровом слое она превышает 20%.

Таблица 35

**Общая характеристика такыровидной солончакового солонца колхоза «Коммунист» (%)\***

Глубина, см	рН	Гигро-скопическая влага, %	Гумус	Гипс CaSO <sub>4</sub>	Карбонаты			Максимальная молекулярная влагоемкость
					CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CaCO <sub>2</sub>	
0-10	3,4	5,24	1,85	0,15	0,16	2,5	5,7	21,00
10-25	8,4	5,63	1,11	0,30	0,32	2,5	5,7	21,05
25-50	8,2	5,50	1,29	2,35	2,98	2,4	5,5	21,75
50-75	8,5	5,60	1,98	0,79	1,00	2,4	5,5	22,00
75-100	8,6	2,47	0,50	0,79	1,00	4,0	9,1	12,60

\* Аналитик С. И. Ахундова

Почвы солонцеватые. Содержание поглощенного натрия в верхнем 25-сантиметровом слое почвенного профиля составляет 38–40% от суммы поглощенных оснований. Много поглощенного магния. Поглощенный кальций составляет лишь 29–36% от суммы поглощенных оснований. В нижних горизонтах количество поглощенного натрия заметно уменьшается (табл. 36).

Как видно из табл. 34, до глубины 75 см почва имеет тяжелоглинистый механический состав (более 90% физической глины).

Таблица 36

**Состав поглощенных оснований такыровидного солончакового солонца (колхоз «Коммунист»)\***

Глубина, см	мэкв			Сумма мэкв	% от суммы		
	Ca	Mg	Na		Ca	Mg	Na
0-10	9,48	6,49	9,90	25,87	36,64	25,08	38,28
10-25	7,51	7,78	10,40	25,69	29,23	30,28	40,49
25-50	7,87	9,26	6,20	23,33	33,73	39,69	26,58
50-75	9,06	8,24	5,80	23,16	39,22	35,67	25,11
75-100	4,83	8,85	3,20	16,88	28,61	52,43	18,96

Легкорастворимых солей и почвенном профиле во всех трех случаях много<sup>20</sup>. Состав солей – хлоридно-сульфатно-натриевый. Почти во всех случаях сульфаты составляют больше половины солевой массы (см. табл. 33).

Учитывая, что подпахотный горизонт данной почвы содержит сравнительно большой запас гипса, и пахота с оборотом пласта дает возможность перемещать почвенный гипс с осолончанной коркой, мы решили испытать здесь вариант опыта с оборотом пласта на фоне глубокой (планктажной) вспашки.

<sup>20</sup> На этом участке опыты были заложены в нескольких вариантах. Данные водной вытяжки мы приводим по всем трем разрезам в отдельности.

## 2. Почвенные условия опытного участка на Кюровдагском массиве

Участок расположен в средней полосе делювиальных склонов Кюровдага под полынной растительностью. Рельеф местности – слабо наклонная равнина. Микрорельеф – плоское понижение. Почва – сероземно-бурая. Морфология почвы характеризуется следующим образом.

0–14 см – серая глина с призмовидной структурой; плотный, между призмами корни, корешки полыни, сухой, переход постепенный;

14–31 см – буровато-серая глина, плотный с крупностолбчатой структурой, редкие корни, сухой, переход постепенный;

31–56 см – темно-бурая глина с мелкостолбчатой структурой; плотный, влажноватый, переход постепенный;

56–80 см – темно-бурая глина с невыраженной структурой; плотный, скопления сульфатов, влажноватый, переход постепенный;

80–109 см – таков же, сульфаты встречаются в виде отдельных точек;

109–143 см – бурый суглинок, рыхловатый, влажный, редкие точечные скопления сульфатов, переход заметный;

143–200 см – светло-бурый суглинок, рыхлый, влажный.

Для удобства сравнения данных по промывке с исходным состоянием почвогрунтов как в отношении механического и микроагрегатного состава, так и засоления и других особенностей, почвенные образцы брались не по генетическим горизонтам, а через определенную глубину. Поэтому между морфологическими описаниями и результатами механического анализа имеется небольшое расхождение.

Механический состав описываемой почвы по всему профилю средне- и тяжелоглинистый. Наибольшее содержание физической глины (более 80%) отмечается в горизонте В. Почвы характеризуемого участка имеют высокий фактор дисперсности, доходящий в верхнем 50-сантиметровом слое до 59,6–71,0%, что свидетельствует о непрочности микроагрегатов. Горизонты же, лежащие ниже 50 см, имеют относительно низкий фактор дисперсности (табл. 37).

Содержание поглощенного натрия в верхнем горизонте составляет 36,5% от суммы поглощенных оснований (табл. 38), а во втором и в третьем горизонтах увеличивается до 55,9 и 48,8% от суммы.

Таким образом, все это указывает на весьма сильную солонцеватость характеризуемой почвы и согласуется с формологическими признаками.

Почва характеризуется опущенным солевым профилем. Если на глубине 0–10 см содержание солей составляет 0,36%, то ниже этой глубины оно резко увеличивается и колеблется в пределах 0,96–3,16%. Максимум содержания солей обнаруживается на глубине 100–150 см.

В составе солей, как видно из табл. 39, преобладают хлориды и сульфаты, главным образом, натрия. В толще первого метра хлориды преобладают над сульфатами, а глубже – наоборот. Содержание  $\text{HCO}_3$  сверху вниз уменьшается.

Механический и микроагрегатный состав серо-буровой почвы  
Кюровдагского массива (%)

Глубина, см	Гигро- скопи- ческая влага, %	Частицы, мм							Фактор диспер- сности %
		1— 0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,001	<0,001	сумма <0,01	
<b>Механический состав</b>									
0—10	4,93	нет	1,6	22,9	9,3	29,2	37,0	75,5	59,6
10—25	5,51	•	2,0	16,0	16,5	19,0	46,5	82,0	71,0
25—50	6,20	•	1,9	16,0	10,0	28,0	44,0	82,0	63,6
50—75	5,92	•	15,0	12,0	13,0	19,0	41,0	73,0	45,0
75—100	5,62	•	14,5	12,0	9,0	28,1	37,4	74,5	48,4
100—125	5,06	•	15,0	4,5	19,5	23,5	37,5	80,5	30,3
125—150	6,30	0,8	7,2	18,0	8,5	28,5	37,0	74,0	44,6
150—175	6,80	1,3	11,7	16,2	6,3	28,0	36,5	70,8	50,6
<b>Микроагрегатный состав</b>									
0—10		0,8	1,7	24,7	10,3	18,5	44,0	72,8	59,6
10—25		0,1	2,9	23,5	8,5	22,0	43,0	73,5	71,0
25—50		0,1	4,9	23,8	18,6	34,6	18,0	71,2	63,6
50—75		0,6	13,4	10,0	33,0	29,5	13,5	76,0	45,0
75—100		0,6	6,9	22,5	15,5	36,5	18,0	70,0	48,4
100—125		1,2	14,8	22,0	13,0	39,0	19,0	62,0	30,3
125—150		1,1	13,9	18,5	13,0	35,0	18,5	66,5	44,6
150—175		1,2	11,3	17,5	16,0	33,4	20,6	70,0	50,6

Таблица 38  
Состав поглощенных оснований серо-буровой почвы Кюровдагского массива

Глубина, см	мэкв			Сумма мэкв	% от суммы		
	Ca	Mg	Na		Ca	Mg	Na
0—14	15,31	1,27	9,57	26,15	58,55	4,86	36,59
14—31	7,34	3,24	13,39	23,97	80,62	13,52	55,86
31—56	6,94	6,41	12,70	26,05	26,64	24,60	48,76
56—80	11,09	2,99	2,17	16,25	68,25	18,40	13,35

### 3. Почвенные условия опытных участков на делювиальном склоне Боздага

На этом массиве для опытов были выбраны два участка: не освоенный и освоенный под плодовые культуры (в дальнейшем они будут называться первый и второй опытные участки).

Первый опытный участок был расположен недалеко (метрах в 200) от магистрального Карабахского канала на пологой равнине под солянковой растительностью (карган, шведка мелколистная). Почва - серо-бурая, сформированная на делювиальных отложениях Боздага. Морфологические признаки ее следующие:

0—10 см – бурый, глинистый, призмовидный, распадающийся на отдельные слоистые комки, рыхловатый, мелкие корни, сухой;

10—27 см – буровато-серый, глинистый, глыбисто-комковатый, плотный, редкие корешки, сухой;

Таблица 39

## Содержание и состав солей в серо-буровой почве Кюровдагского массива до промывки (%/мэкв)

Глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
0—10	0,258	0,006 0,20	0,122 2,00	0,012 0,35	0,041 0,35	0,006 0,30	0,001 0,09	0,070 3,01
10—25	0,876	нет	0,052	0,425 0,85	0,072 12,00	0,012 0,60	0,002 0,13	0,313 13,62
25—50	1,372	—	0,024	0,567 0,40	0,288 6,00	0,053 2,69	0,018 1,51	0,419 18,24
50—75	1,822	—	0,027	0,638 0,45	0,514 18,00	0,060 3,00	0,021 1,70	0,562 24,45
75—100	2,458	—	0,021	0,573 0,35	1,065 16,17	0,216 22,18	0,053 14,76	0,451 4,35
100—125	2,734	—	0,031	0,663 0,50	1,233 17,00	0,280 25,60	0,092 13,27	0,495 7,59
125—150	1,989	—	0,024	0,638 0,40	0,658 18,00	0,251 13,70	0,027 12,50	0,391 2,20
150—175	2,962	—	0,018	0,709 0,30	1,151 20,00	0,344 24,00	0,051 17,16	0,689 4,17
								22,98

27—48 см – серовато-палевый, суглинистый, глыбистые, плотный, редкие корешки, свежий;

48—69 см – палевый, легкосуглинистый, не выражен, плотный, влажноватый;

69—88 см – бурый, супесчаный, бесструктурный, влажноватый;

88—127 см – серо-буровый, среднесуглинистый, редкие жилки сульфатов, слабо-влажноватый;

127—156 см – аналогичный предыдущему, но без сульфатов;

156—200 см – серо-палевый, тяжелосуглинистый, влажноватый.

Как видно из приведенного описания, переход между отдельными горизонтами постепенный. Механический состав верхних горизонтов тяжелый, к середине профиля он становится заметно легче. Водопроницаемость понижения – 0,001 мм/сек. Засоление почвы увеличивается с глубиной. Максимум накопления солей приурочен к среднему слою (табл. 40). Преобладают хлориды и сульфаты натрия. В заметном количестве содержится также HCO<sub>3</sub> (в верхнем горизонте – 0,11%).

Таким образом, почва имеет хлоридно-сульфатно-натриевый солевой состав.

Почвы второго опытного участка, в отличие от первого, используются в орошаемом земледелии. Об изменении солесодержания в характеризуемой почве в результате использования участка под орошаемое земледелие подробно говорилось в V главе, поэтому здесь мы на этих данных останавливаться не будем.

Участок расположен во фруктовом саду. Почва серо-бурая, сформирована на глинистом делювии и имеет следующие морфологические признаки:

0—18 см – серо-палевый, тяжелоглинистый, сильно трещиноватый, глыбисто-комковатый, очень плотный, встречаются корни, сухой, переход заметный;

18—44 см – коричневато-серый, тяжелоглинистый, неясно столбчатый, плотный, корешки, свежий, переход заметный;

44—60 см – темно-серый, тяжелосуглинистый, неясно глыбистый, плотноватый, скопления сульфатов, влажноватый, переход заметный;

Таблица 40

## Содержание и состав солей в серо-бурых почвах Боздагского опытного участка до промывки (%/мэкв)

Глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
Первый опытный участок								
0—10	0,412	нет	0,110 1,80	0,048 1,40	0,064 1,32	0,012 0,60	0,004 0,36	0,022 3,56
10—25	0,471	—	0,052 0,85	0,105 2,95	0,171 3,57	0,012 0,60	0,004 0,36	0,147 6,41
25—50	1,056	—	0,049 0,80	0,237 6,72	0,469 9,77	0,026 1,81	0,004 0,30	0,349 15,18
50—75	0,862	—	0,049 0,80	0,079 2,24	0,469 9,77	0,036 1,81	0,004 0,30	0,251 10,70
75—100	0,710	—	0,092 1,50	0,014 3,18	0,117 2,43	0,036 1,81	0,004 0,36	0,137 4,94
100—125	0,695	—	0,037 0,60	0,159 4,48	0,162 3,37	0,038 1,91	0,004 0,30	0,144 6,24
Второй опытный участок								
0—10	0,197	0,001 0,06	0,071 1,16	0,023 0,65	0,033 1,61	0,010 0,48	0,003 0,28	0,062 2,72
10—25	0,382	0,003 0,10	0,095 1,55	0,046 1,30	0,050 1,04	0,015 0,76	0,003 0,28	0,068 2,95
25—50	0,976	нет	0,088 1,44	0,280 7,90	0,270 5,62	0,023 1,16	0,010 0,85	0,298 12,95
50—75	0,882	—	0,066 1,08	0,315 8,88	0,159 3,81	0,038 1,91	0,010 0,85	0,292 10,91
75—100	1,000	—	0,054 0,88	0,311 8,78	0,208 4,52	0,057 2,87	0,006 0,47	0,244 10,64
100—125	1,036	—	0,029 0,48	0,293 8,40	0,270 5,62	0,072 3,63	0,007 0,57	0,237 10,30

60—83 см — палево-серый, среднеглинистый, неясно выражен, замечается бесструктурность, рыхловатый, слабовлажноватый, переход постепенный;

88—130 см — серо-палевый, среднеглинистый, бесструктурный, рыхловатый, светлый, переход постепенный.

Почва до глубины 60 см имеет тяжелоглинистый механический состав: содержание физической глины в этом слое превышает 80%, ниже почва становится легче (табл. 41).

Содержание солей увеличивается в глубь почвенного профиля (см. табл. 40). Верхние горизонты почвы содержат небольшое количество нормальной соды. Почва богата также хлористым натрием. Последний преобладает в нижних горизонтах. Кальций и магний содержатся в малом количестве. Следовательно, характеризуемая почва имеет гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натриевый солевой состав.

Заканчивая характеристику опытных площадок в зоне распространения засоленных земель делювиального происхождения можно отметить, что выбранные участки охватывают почти все условия делювиальных равнин Азербайджана. Все они заметно отличаются друг от друга как в отношении степени засоления и механического состава, так и по другим особенностям.

Таблица 41

**Механический систем серо-буровой почвы второго опытного участка (%)**

Глубина, см	Частицы, мм						
	1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	<0.01
0-18	нет	5.4	11.8	20.7	27.7	34.4	82.8
18-44	-	3.2	10.3	14.8	29.5	42.2	86.5
44-60	-	6.8	6.3	18.4	32.6	35.9	86.9
60-83	-	12.4	9.3	17.4	24.4	36.5	78.3
83-109	-	8.6	16.6	15.4	21.0	38.4	74.8
109-135	-	13.0	11.5	17.2	27.0	31.3	75.5

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

При отсутствии опытных работ по оздоровлению засоленных земель возникает необходимость в осуществлении специальных исследований, которые позволили бы уточнить расчетные параметры мелиоративных мероприятий и указать наиболее рациональный порядок и сочетание на местности и во времени. Этим целям служат лабораторные исследования и опыты на местности. При этом весьма полезные указания дает моделирование в специальных лотках процессов движения воды и обессоливание почв при разных решениях системы дренирования, порядка промывки и др. (Морозов. 1962). Аналогичным целям служит и промывка от солей почвенных монолитов, позволяющая выяснить общий характер хода выщелачивания солей из почвы, а также и относительную величину необходимой промывной нормы.

Особенно ценные полевые эксперименты (хотя бы на малых делянках) по промывке почв и улучшению мелиоративных свойств солонцовых почв, которые существенно уточняют результаты лабораторных исследований.

Для выяснения возможности осолонцевания почв при промывке и прогноза эффективности влияния кальциевых солей при мелиорации солонцов считают полезным фильтрационный анализ с помощью аппарата Оствальда.

Исходя из этих соображений, опыты по оздоровлению засоленных земель делювиального происхождения мы осуществляли как в лабораторных, так и в полевых условиях. Лабораторные исследования были осуществлены на монолитах (длина 1 м, ширина 20x20 см, повторность двукратная), взятых нами на четырех участках, где в дальнейшем проводились мелкоделяночные полевые эксперименты. При проведении мелкоделяночных полевых опытов мы исходили из существующих методов освоения засоленных земель.

В практике мелиорации солончаков и засоленных земель почвы в основном улучшают путем пассивного движения солей. В этих случаях применяется давно разработанный метод – промывка с выщелачиванием солей в условиях обычной вспашки. Этот метод в мелиорации почв аллювиально-пролювиального засоления дает положительный эффект. Наша попытка использовать его на почвах с делювиальной формой засоления не дала положительных результатов. Поэтому в дальнейшем мы вели промывку этих почв иным путем.

Мы уже отмечали, что почвы с делювиальной формой засоления обычно характеризуются плохими физико-химическими свойствами. Из опыта освоения засоленных зе-

мель известно (Ковда, 1933; Беседнов, 1939, 1954; Вознесенский, 1940; Волобуев, 1948; Ковда, Егоров, Морозов и Лебедев, 1954; Родне и Польский, 1961, Максимюк, 1961 и др.), что на слабоводопроницаемых почвах – уплотненных, солонцеватых, сильно распыленных глинистых или тонкоилловатых, особенно таких, в которых имеется так называемая плужная подошва, впитывание и фильтрация поливной воды происходит очень медленно. Вода проходит на через всю толщу почвы, а преимущественно по крупным ходам червей, землероев, трещинам и т.п. Даже такие высокие нормы расхода воды, как 4 – 5 тыс.  $m^3/га$ , в незначительной степени (и на короткое время) рассоляют лишь пахотный слой. Для увеличения фильтрации и ускорения рассоления таких почв требуется глубокая вспашка – на 30 – 35 см. Это в определенной степени определяет эффект выщелачивания солей при промывке.

Вспашка разрушает в почве червороины, ходы землероев, трещины, в связи с чем почва при промывке равномерно насыщается и соли в большом количестве растворяются и вмываются вглубь. Глубокая вспашка особенно полезна на почвах с уплотненным подпахотным слоем, который сильно замедляет просачивание воды. Известны примеры (Рабочев, 1940; Максимюк, 1961 и др.), когда при вспашке на глубину 30 и 50 см при промывке вымывалось в два раза больше солей, чем на невспаханной почве. При промывке после вспашки на глубину 36 см в метровом слое почвы осталось хлоридов 28,3% от исходного содержания, тогда как при вспашке на 20 см – 96%.

Все это вполне применимо и к исследуемым нами почвам. Поэтому, мы считали целесообразным перед промывкой провести глубокую (40 см) вспашку. В условиях опущенного солевого максимума проводить обычную глубокую вспашку нельзя, так как при этом выворачиваются вверх наиболее засоленные горизонты, в то время как верхний опресненный слой оказался бы на дне борозды. В связи с этим было решено моделировать глубокую пахоту без оборота пласта. С этой целью верхний 20-сантиметровый слой почвы был снят лопатой, а затем проводилось рыхление нижнего 20-сантиметрового слоя. Почву снятого слоя в размельченном виде насыпали на прежнее место. В производственных условиях это можно сделать безотвальным плугом.

Результаты ранее проведенных нами опытов показали, что одна глубокая вспашка не всегда обеспечивает достаточную фильтрацию воды и необходимое рассоление почвогрунта. Поэтому мы, кроме глубокой вспашки, испытали ряд химических реагентов таких, как гипс, подкислитель (отходы нефтяной промышленности, содержащие преимущественно  $Fe_2(SO_4)_4$  и  $FeSO_4$ ). Кроме того, применялись также навоз и песок. В тех случаях, когда в подпахотном горизонте обнаруживался заметный запас гипса и карбонатов, испытывали вариант без оборота пласта.

Программа полевых опытов на почвах с деловиальной формой засоления разработана нами на основе работ более ранних исследователей (Димо, 1913; Неуструев, Никитин, 1926; Герасимов, Иванов, Тарасова, 1935; Ковда и Большаков, 1938; Успанов, 1940; Качинский, 1937; Антипов-Каратеев, 1953; Ковда, 1954, 1956; Максимюк, 1961 и др.).

Мы наметили изучение эффективности следующих вариантов промывок:

I. Промывка почв без применения химмелировантов:

1) промывка с оборотом пласта на фоне дренажа<sup>21</sup>;

<sup>21</sup> Дрена на длину опытной делянки (ширина 1 м, длина 5 м, глубина 1,5 м) сделана с целью отвода профильтровавшейся в почву промывной воды. Она располагалась на расстоянии 1 м от делянки. Однако фильтрации воды в дрену не наблюдалось.

- 2) промывка с оборотом пласта без дренажа;
- 3) промывка без оборотом пласта без дренажа;
- 4) промывка с ярусной вспашкой без дренажа;

II. Промывка почв с применением песка<sup>22</sup>:

- 5) промывка с внесением песка из расчета 300  $m^3/га$ ;
- 6) промывка с внесением песка из расчета 600  $m^3/га$ .

III. Промывка почв с применением подкислителя:

- 7) промывка с внесением подкислителя из расчета 10  $m^3/га$ ;
- 8) промывка с внесением подкислителя из расчета 15  $m^3/га$ .

IV. Промывка почв с применением гипса:

- 9) промывка с внесением гипса из расчета 5  $m^3/га$ ;
- 10) промывка с внесением гипса из расчета 10  $m^3/га$ ;
- 11) промывка с внесением гипса из расчета 15  $m^3/га$ .

V. Промывка почв с применением гипса и навоза:

- 12) промывка с внесением гипса – 5  $m^3$ , навоза – 40  $m^3/га$ ;
- 13) промывка с внесением гипса – 10  $m^3$ , навоза – 40  $m^3/га$ ;
- 14) промывка с внесением гипса из расчета 15  $m^3$ , навоза – 40  $m^3/га$ .

Внесение мелиорантов производилось следующим образом. Снимался верхний 20-сантиметровый слой и половины дозы мелиорантов равномерно насыпалась на поверхность делянки, после чего производилась вспашка подпахотного слоя почвы, с тщательным размельчением глыб. Затем укладывался на место верхний слой почвы, насыпалась вторая половина дозы мелиоранта и производилось смешивание.

Размер делянки в каждом варианте опыта равнялся 10 – 15  $m^2$ . Опыты велись с двухкратной повторностью. Малые размеры делянок и относительно небольшое количество повторностей были обусловлены указанными выше затруднениями.

При определении расчетной промывной нормы мы исходили из рекомендаций, разработанных разными авторами для условий Средней Азии и Муганской низменности (Малыгин, 1932; Федоров, Малахов, Федорова, 1932; Шошин, 1937; Беседнов, 1939; Волобуев, 1948; Коньков, 1948; Легостаев, 1953; Рабочев, 1953; Шошин, 1956 и др.). Отметим, что эти нормы вполне согласуются с обобщенными расчетными нормами, разработанными В. Р. Волобуевым (1959) для различных почвенных условий.

Для каждого варианта опыта промывная норма была принята равной 12 000  $m^3/га$ . Это норма была применена везде, несмотря на различную степень засоления, с тем, чтобы выявить наиболее целесообразную норму для каждого объекта.

Из опыта освоения засоленных земель известно, что их промывка может быть произведена двумя способами, однократной и непрерывной дачей всей промывной нормы или же дачей ряда меньших норм, в сумме составляющих потребное количество воды. И. С. Рабочев (1940), В. Р. Волобуев (1948) и др. высказываются за дробление промывной нормы на некоторое число порций по следующим причинам. Во-первых, подача сразу всей промывной нормы, если она достаточно велика требует сооружения высоких оградительных валиков, так как поддерживать затопле-

<sup>22</sup> Здесь и в последующих вариантах пахота сделана без оборота пласта.

ние непрерывной струей весьма трудно, во-вторых, для обеспечения должной эффективности выщелачивания полезно несколько удлинить взаимодействия промывной воды с почвой. При непрерывной подаче воды можно опасаться, что соли не будут успевать поступать из почвенной массы в выщелачивающую воду.

На основании экспериментов многих ученых рекомендована промывку почв проводить в следующем порядке: вытеснить первой порцией имеющейся в почве насыщенный солями раствор, дать некоторое время для растворения и диффузионного рассасывания оставшихся солей и только затем подать следующую порцию воды, и так додачи полной нормы. Интервалы между подачей отдельных порций промывной воды рекомендованы авторами от 5 до 10 дней (Малыгин, 1939; Шошин, 1940 и др.).

Как указывает В. Р. Волобуев (1948), выщелачивающий эффект промывной воды наиболее значителен при величине единовременной порции промывной воды в размере 30–40% от предельной полевой влагоемкости опресненного слоя, что для средних почв составляет  $900\text{--}1100\text{ м}^3/\text{га}$ . Однако считают (Федоров, 1934; Малыгин, 1939; Шошин, 1940; и Рабочев, 1940 и др.), что на практике целесообразно разовую порцию промывной воды принять равной  $2000\text{--}2500\text{ м}^3/\text{га}$ .

Учитывая особенности наших почв, мы принятую расчетную норму ( $12\,000\text{ м}^3/\text{га}$ ) воды давали в три приема ( $4000+4000+4000\text{ м}^3/\text{га}$ ). Это делалось, в частности, потому, что так легче было установить более приемлемые нормы воды для опреснения корнеобитаемого слоя. Через 7–10 дней после впитывания очередной порции брались образцы для определения содержания влаги и солей. Почвенные образцы брались в девятикратной повторности до глубины 1 и 1,5 м. Для определения содержания солей в поле готовились 3 смежных образца, которые в отдельности поступали в анализ. После отбора образцов сейчас же давалась следующая порция воды.

Опыты проводились: в Сиазань-Сумгaitском массиве – с 21.VII по 9.IX 1956 г. (первая серия опытов) и с 14. IX 1960 по 3. IV 1961 г. (вторая серия); в Кюровдагском массиве – с 11. III по 28. IV 1957 г., а на Боздагской подгорной равнине – с 26. IV по 26. V 1958 г.

Поскольку первая серия опытов на почвах Сиазань-Сумгaitского массива продолжалась летом, после подачи воды делянки во избежание испарения закрывались досками, не соприкасающимися с водой, на которые затем насыпали солому.

## ГЛАВА X

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОМЫВКИ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ДЕЛЮВИАЛЬНЫХ РАВНИН

Почвы, на которых мы проводили опытные промывки, являлись засоленными, солонцовыми, глинистыми, такыровидными и в большинстве случаев обладали плохими фильтрационными свойствами. Лабораторные и полевые исследования показали, что коэффициенты фильтрации этих почв в общем не превышали 0,001  $\text{мм/сек}$ , что затрудняло их мелиорацию. При их промывке нередко смачивался лишь верхний слой мощностью 50 см, а затем фильтрация почти прекращалась. Поэтому при мелиорации необходимы были также мероприятия, которые прежде всего способствовали бы повышению фильтрационных свойств почв. Для этой цели мы, как отмечено выше, моделировали глубокую пахоту. Помимо этого, перед промывкой вносились и химические мелиоранты (гипс, навоз, подкислитель), а также песок, способствующие резкому увеличению фильтрации. Указанные вещества (за исключением песка и подкислителя) были применены на всех опытных участках.

Полное применение указанных мелиорантов было осуществлено на территории колхоза «Коммунист» Сумгайитского района. Результаты опытов изложены в отдельности для каждого варианта. Вначале приводятся результаты в лабораторных опытах (промывка монолитов).

#### ПРОМЫВКА ПОЧВ В МОНОЛИТАХ<sup>23</sup>

Почвенные монолиты с нарушенным строением размером 20x20x100 см, взятые с поля, монтировались с битумной изоляцией боковых стенок. Промывная норма была принята из расчета 12 000  $\text{м}^3/\text{га}$  и подавалась в три приема (6000+3000+3000  $\text{м}^3/\text{га}$ ). По истечении 10–15 дней после полной фильтрации нормы воды монолиты раскрывались и из них брались образцы для определения содержания и состава солей в почве. Анализы фильтрации проводились по мере накопления 1–2 л.

*Промывка монолитов сероземно-коркового солонца колхоза им. Н. Нариманова Сиязанского района.* Анализ фильтратов показывает, что применявшиеся промывные нормы воды достаточно эффективны (табл. 41). Основная масса солей выщелачи-

<sup>23</sup> Промывку взятых нами монолитов выполнял старший научный сотрудник Ш. Г. Таиров, любезно предоставивший нам полученные данные.

чивается первой промывной нормой воды. Если концентрация первого фильтрата была 22,4 г/л, то в последнем фильтрате она уменьшилась до 1,5 – 1,8 г/л плотного остатка. Аналогичные изменения в концентрации обнаружены по отдельным компонентам солевого состава. Основная масса хлор-иона была отмечена с первыми шестью порциями фильтрата (8 л или 2400 м<sup>3</sup>/га).

Сходным ходом выщелачивания характеризовался и сульфат-ион.

Таблица 41

**Ход выщелачивания воднорастворимых солей из монолитов сереземно-коркового солонца колхоза им. Н.Нариманова Сиазаньского района ((г/л)/мекв)**

№ пор- ции фильт- рата	Дата взя- тия фильт- рата	Объ- ем фильт- рата, л	Плотный остаток, г/л	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
1	15.VIII 1957 г.	2	22,475	нет	0,121	5,256	8,478	0,572	0,440	6,440
2	28. VIII	1	20,661	–	1,98	167,31	175,50	28,61	36,12	280,06
3	10. IX	1	19,810	–	0,178	4,094	8,784	0,552	0,307	6,394
4	23. IX	1	18,790	0,021	2,91	145,19	183,00	27,60	25,20	278,20
5	25. X	1	14,275	0,027	0,192	3,577	8,668	0,548	0,226	6,399
6	7. XI	2	12,872	0,037	3,15	140,60	180,40	27,41	18,54	278,20
7	24. XII	2	9,914	0,042	0,70	4,14	115,00	180,31	26,30	21,82
8	20. XII	2	7,895	0,043	0,253	2,926	8,663	0,526	0,268	5,796
9	11. I 1958 г.	2	5,614	0,051	0,281	2,015	6,794	0,511	0,207	4,227
10	2. II	2	5,357	0,063	1,24	4,60	79,21	141,40	25,54	16,81
11	25. II	1,4	4,248	0,055	0,275	4,25	1,362	6,165	0,286	183,76
12	20. III	2	3,919	0,054	1,70	0,244	0,309	128,30	14,30	3,664
13	11. IV	2	3,679	0,054	1,70	4,00	0,934	4,921	0,242	159,33
14	12. V	2	3,995	0,057	2,10	4,31	4,30	36,70	102,41	2,703
15	3. VI	4	3,282	0,055	1,85	0,263	0,242	9,51	50,94	12,10
16	24. VI	1,8	3,602	0,054	1,85	0,233	0,099	4,45	8,11	120,60
17	7. VII	2	2,694	0,057	1,80	0,159	0,159	0,170	9,21	2,146
18	22. VII	2	2,562	0,042	1,92	0,137	0,048	2,37	2,186	183,76
19	26. VIII	2	2,327	0,045	1,40	0,128	0,041	2,95	0,146	1,403
20	13. IX	2	1,545	0,026	1,50	0,122	0,035	2,10	0,120	60,94
21	6. X	1,5	1,845	0,036	0,85	0,026	0,031	1,63	0,088	1,139
				1,22	2,00	1,40	0,831	2,95	0,120	49,54
				1,22	1,38	1,40	0,076	31,80	0,120	1,001
				1,22	1,30	1,40	0,076	5,41	0,068	43,53
				1,22	1,20	1,40	0,076	6,21	0,068	0,999
				1,22	1,10	1,40	0,076	7,61	0,068	39,66
				1,22	1,00	1,40	0,076	5,62	0,068	31,12
				1,22	0,90	1,40	0,076	6,00	0,068	20,676
				1,22	0,80	1,40	0,076	7,20	0,068	9,713
				1,22	0,70	1,40	0,076	8,20	0,068	32,20
				1,22	0,60	1,40	0,076	9,57	0,068	0,713
				1,22	0,50	1,40	0,076	7,30	0,068	0,736
				1,22	0,40	1,40	0,076	7,57	0,068	31,12
				1,22	0,30	1,40	0,076	8,00	0,068	27,36
				1,22	0,20	1,40	0,076	8,20	0,068	0,607
				1,22	0,10	1,40	0,076	8,57	0,068	0,607
				1,22	0,00	1,40	0,076	9,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	9,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	10,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	10,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	11,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	11,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	12,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	12,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	13,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	13,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	14,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	14,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	15,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	15,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	16,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	16,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	17,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	17,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	18,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	18,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	19,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	19,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	20,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	20,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	21,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	21,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	22,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	22,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	23,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	23,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	24,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	24,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	25,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	25,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	26,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	26,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	27,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	27,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	28,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	28,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	29,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	29,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	30,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	30,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	31,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	31,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	32,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	32,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	33,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	33,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	34,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	34,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	35,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	35,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	36,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	36,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	37,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	37,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	38,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	38,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	39,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	39,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	40,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	40,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	41,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	41,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	42,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	42,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	43,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	43,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	44,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	44,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	45,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	45,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	46,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	46,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	47,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	47,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	48,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	48,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	49,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	49,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	50,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	50,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	51,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	51,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	52,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	52,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	53,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	53,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	54,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	54,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	55,00	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	55,57	0,068	0,607
				1,22	–	1,40	0,076	56,		

Ход выщелачивания бикарбонатов почти сходен с ходом выщелачивания  $\text{CO}_3$ -иона. Отличие заключается только в том, что  $\text{HCO}_3$ -ион был обнаружен в первой же пробе фильтратов.

Данные анализа водных вытяжек (табл. 42) показывают, что почва в исходном состоянии не содержала нормальной соды, однако она появилась после промывки. Это указывает, по-видимому, на послепромывную солонцеватость, которая не исчезла до конца промывки.

Из табл. 42 видно, что опреснение данной почвы происходит постепенно и достигает достаточной степени после второй нормы воды ( $6000+3000 \text{ м}^3/\text{га}$ ). По хлору же практическое опреснение почвенной толщи достигалось после первой нормы.

Хотя содержание сульфат-иона в исходной почве невелико, однако полного выщелачивания его при промывке по всему профилю метровой толщи почвы не было достигнуто, что, вероятно, объясняется относительно малой растворимостью сульфатов. Несмотря на это, после применения принятой нормы воды характеризуемая почва оказывается практически пресной.

*Промывка монолитов серо-буровой почвы колхоза им. Калинина Сумгаитского района.* Данная почва имеет относительно небольшую засоленность. Как видно из данных таблицы 43, количество выщелоченных легкорастворимых солей в первых порциях фильтрата оказалось намного меньше, нежели в последующих. Максимальное количество солей обнаружено в третьей пробе фильтрата, где доминировал хлористый натрий.

Нормальные карбонаты в исходном состоянии обнаружены только в двух средних горизонтах почвенной толщи, которые и морфологически отличаются солонцеватостью.  $\text{CO}_3$ -ион не обнаружен в первых шести порциях фильтрата (10 л), однако затем появился. После промывки он имелся почти во всех горизонтах (табл. 44).

С применением промывной нормы  $12000 \text{ м}^3/\text{га}$  метровая толща почвы переходит в почти пресное состояние. Содержание хлора в метровой толще почвы снижается в среднем до 0,005%. Отмечается явное выщелачивание и остальных ионов.

*Промывка монолитов серо-буровой почвы Кюровдагского массива.* Данная почва отличалась от предыдущих сильной засоленностью. В первой пробе фильтрата (1,5 л) плотный остаток был 53 г/л. Это в несколько раз больше, чем отмечалось для предыдущих почв. Количество легкорастворимых солей в фильтрате постепенно уменьшалось и в конце промывки составляло около 5 г/л по плотному остатку. Концентрация хлора снизилась с 28,5 г/л в первом фильтрате до 0,15% в последнем. Иным ходом выщелачивания отмечался сульфат-ион. Концентрация его в начальных фильтратах была относительно низкой и продолжала снижаться, а затем (после пропускания воды из расчета  $2800 \text{ м}^3/\text{га}$ ) увеличилась и почти на одном уровне держалась большой промежуток времени (табл. 45).

Общая щелочность изменилась в другой последовательности. Небольшое вначале количество бикарбонатов после пропускания  $2250 \text{ м}^3/\text{га}$  (пятая порция фильтрата) начала постепенно увеличиваться и возрастала до завершения промывки. В конце содержание  $\text{HCO}_3$ -иона в фильтрате соответствовало 0,30 г/л.

Концентрация  $\text{CO}_3$ -иона в фильтрате, за исключением некоторых отклонений, в период промывки в общем держалась на одном уровне. Концентрация кальция и магния последовательно уменьшалась по мере промывки.

Содержание солей в почве, как видно из табл. 46, после первой нормы воды

Таблица 42

Промывкамонолитов сероземно-коркового солонца колхоза  
Им. Н.Нариманова Сиазанского района (%/мекв)

глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
До промывки								
0—5	0,199	нет	0,056 0,91	0,022 0,61	0,056 1,16	0,011 0,55	0,007 0,56	0,036 1,57
5—20	0,239	нет	0,071 1,16	0,018 0,51	0,066 1,57	0,011 0,55	0,007 0,60	0,043 1,89
20—35	0,327	нет	0,104 1,70	0,025 0,71	0,008 1,73	0,009 0,46	0,009 0,70	0,065 2,93
35—55	0,456	нет	0,090 1,48	0,076 2,14	0,136 2,82	0,010 0,50	0,011 0,93	0,115 5,01
55—75	9,753	нет	0,050 0,80	0,115 3,16	0,318 6,62	0,013 0,65	0,011 0,94	0,207 9,00
75—95	1,409	нет	0,031 0,50	0,126 3,57	0,758 15,70	0,061 3,04	0,027 0,25	0,334 14,48
После первой нормы (6000 м <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,131	нет	0,059 0,96	0,003 0,10	0,028 0,60	0,009 0,45	0,004 0,30	0,020 0,85
5—20	0,167	нет	0,076 1,24	0,003 0,10	0,034 0,70	0,010 0,50	0,004 0,30	0,029 1,24
20—35	0,218	0,012	1,078 0,40	0,004 1,28	0,049 0,15	0,006 1,02	0,005 0,30	0,052 2,24
35—55	0,298	0,034	0,101 1,12	0,007 1,65	0,055 0,20	0,007 0,16	0,004 0,38	0,076 3,40
55—75		0,030	0,077 1,00	0,015 1,26	0,073 0,41	0,010 1,50	0,005 0,50	0,074 3,21
75—95	0,631	нет	0,032 0,52	0,021 0,60	0,372 7,75	0,043 0,15	0,024 2,00	0,109 4,72
После второй нормы (6000+3000 м <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,098	нет	0,043 0,70	0,003 0,08	0,020 0,42	0,006 0,31	0,003 0,25	0,015 0,64
5—20	0,125	0,018	0,038 0,60	0,003 0,68	0,026 0,54	0,008 0,40	0,004 0,29	0,027 1,16
20—35	0,188	0,041	0,049 1,36	0,003 0,80	0,038 0,09	0,008 0,60	0,004 0,38	0,055 2,87
35—55	0,251	0,033	0,092 1,10	0,004 1,50	0,039 0,10	0,007 0,81	0,002 0,36	0,068 2,95
55—75	0,341	0,030	0,054 1,00	0,004 0,88	0,118 0,12	0,009 2,43	0,004 0,45	0,082 3,57
75—95	0,424	нет	0,032 0,52	0,007 0,20	0,233 4,90	0,018 0,90	0,009 0,70	0,092 4,02
После третьей нормы (6000+3000+3000 м <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,078	нет	0,038 0,65	0,002 0,06	0,012 0,25	0,005 0,24	0,002 0,20	0,012 0,52
5—20	0,095	нет	0,046 0,55	0,002 1,00	0,015 0,07	0,006 0,36	0,002 0,32	0,015 0,65
20—35	0,144	0,017	0,061 0,55	0,003 1,00	0,017 0,07	0,007 0,36	0,002 0,32	0,034 1,46
35—55	0,221	0,028	0,098 0,92	0,003 1,60	0,024 0,08	0,006 0,50	0,002 0,29	0,060 2,61
55—75	0,260	0,016	0,076 0,50	0,004 1,25	0,073 0,09	0,006 0,53	0,003 0,31	0,066 2,83
75—95	0,269	нет	0,050 0,82	0,005 0,10	0,126 2,66	0,016 0,80	0,005 0,35	0,056 2,43

Таблица 43

Ход выщелачивания воднорастворимых солей из монолитов серо-буровой почвы колхоза им Калинина Сумгайитского района ((г/л)/мекв)

№ порции фильтрата	Дата взятия фильтрата	Объем фильтрата, л	Плотный остаток, г/л	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	K	NH <sub>4</sub>
1	18. IV 1957	1	7,295	нет	0,115 1,88	3,615 102,65	0,848 17,68	0,333 16,60	0,190 15,65	2,059 89,96	
2	10. V	2	8,176	нет	0,079 1,30	4,133 117,36	1,024 21,34	0,442 22,07	0,306 25,13	2,132 92,71	
3	9. VI	1	10,406	нет	0,106 1,74	5,295 150,35	1,187 24,73	0,394 19,66	0,225 18,50	3,190 138,66	
4	3. VII	2	8,012	нет	0,118 1,93	3,732 105,93	1,168 24,33	0,341 17,01	0,176 14,50	2,431 105,68	
5	1. VIII	2	7,349	нет	0,067 1,10	3,276 93,01	1,315 27,40	0,313 15,64	0,146 11,95	2,162 93,92	
6	23. VIII	2	6,875	нет	0,126 2,06	2,645 75,09	1,587 38,07	0,267 13,30	0,112 9,25	2,017 87,67	
7	16. IX	2	6,201	0,003 0,10	0,088 1,44	2,078 58,97	1,746 36,37	0,186 9,30	0,097 7,95	1,833 79,63	
8	2. X	1,5	5,425	0,003 0,10	0,143 2,35	1,638 46,50	1,730 36,05	0,173 8,63	0,079 6,17	1,614 70,18	
9	29. X	2	5,008	0,024 0,80	0,102 1,67	1,252 35,54	1,640 37,30	0,143 7,10	0,061 4,91	1,465 69,73	
10	4. XI	2	5,182	0,023 0,75	0,093 1,61	1,242 35,27	1,938 40,87	0,120 5,97	0,062 5,07	1,667 72,48	
11	4. I 1958	1,6	5,049	0,037 1,26	0,104 1,70	1,210 34,35	1,932 40,25	0,123 6,14	0,076 6,25	1,484 64,51	
12	15. III	2	4,195	0,023 0,75	0,151 2,77	0,805 29,87	1,768 36,84	0,103 5,12	0,051 4,20	1,233 53,62	
13	19. IV	2	4,175	0,024 0,80	0,167 2,73	0,721 20,46	1,780 37,08	0,098 4,62	0,049 4,01	1,206 52,45	
14	15. V	2	3,876	0,018 0,60	0,184 3,01	0,660 18,75	1,680 35,00	0,110 5,48	0,043 3,50	1,111 48,32	
15	18. VI	2	3,812	0,024 0,81	0,162 2,66	0,515 14,61	1,721 35,86	0,084 4,19	0,044 3,58	1,063 46,17	
16	16. VII	1,56	2,895	0,046 1,52	0,164 2,69	0,438 9,83	1,454 30,29	0,072 3,57	0,039 4,90	0,828 35,86	
17	27. VIII	2	2,500	0,036 1,20	0,222 3,77	0,243 6,86	1,208 25,16	0,053 2,62	0,040 3,30	0,715 31,07	
18	16. IX	1	2,796	0,032 1,07	0,206 3,36	0,178 5,02	1,438 29,96	0,056 2,75	0,037 3,06	0,771 33,50	
19	29. X	2	2,268	0,037 1,24	0,199 3,26	0,111 3,10	1,139 23,73	0,063 3,16	0,081 2,51	0,590 25,66	
20	25. XI	1	2,319	0,044 1,45	0,267 3,38	0,118 3,32	1,136 23,66	0,054 2,69	0,036 2,98	0,625 27,14	
21	21. XII	1	2,190	0,046 1,50	0,195 3,20	0,086 2,43	1,027 21,34	0,042 2,12	0,035 2,91	0,540 23,49	
22	24. I 1959	1	1,896	0,024 0,80	0,127 3,06	0,068 1,73	0,961 20,02	0,028 1,38	0,027 2,00	0,521 22,23	
23	16. III	1,53	1,897	0,030 1,00	0,193 3,16	0,069 1,35	0,987 20,45	0,030 1,52	0,023 1,91	0,542 23,13	

Таблица 44  
Промывка монолитов серо-буровой почвы колхоза им Калинина  
Сумгайитского района ((г/л)/мекв)

Глубина, см	Плотный остаток %	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
До промывки								
0—33	0,245	нет	0,056	0,071	0,030	0,007	следы	0,072
			0,92	2,02	0,63	0,37	0,02	3,11
33—54	0,456	0,002	0,049	0,154	0,064	0,004	следы	0,156
		0,04	0,80	0,86	1,33	0,21	0,03	6,79
54—78	0,654	0,002	0,046	0,198	0,170	0,007	следы	0,220
		0,04	0,75	5,60	3,55	0,34	0,03	9,56
78—109	0,879	нет	0,046	0,288	0,225	0,014	0,003	0,288
			0,75	8,10	4,77	0,72	0,27	12,56
109—130	1,036	нет	0,034	0,322	0,295	0,023	0,004	0,328
			0,56	9,10	6,15	1,19	0,35	14,27
130—163	1,014	нет	0,033	0,254	0,319	0,029	0,006	0,287
			0,55	7,14	6,66	1,44	0,55	12,33
После первой нормы (6000 л <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,132	0,015	0,043	0,005	0,011	0,004	0,001	0,031
		0,50	0,71	0,14	0,23	0,22	0,05	1,36
5—20	0,165	0,035	0,044	0,006	0,010	0,004	следы	0,024
		1,18	0,72	0,18	0,22	0,22	0,04	1,04
20—35	0,166	0,020	0,059	0,010	0,023	0,006	0,001	0,046
		0,65	0,97	0,29	0,48	0,29	0,09	2,01
35—55	0,245	0,008	0,051	0,042	0,042	0,006	0,001	0,065
		0,28	0,83	1,19	0,88	0,29	0,01	2,82
55—75	0,335	0,012	0,049	0,066	0,092	0,008	0,001	0,103
		0,40	0,80	1,86	1,91	0,40	0,008	4,49
75—95	0,469	0,006	0,025	0,123	0,144	0,010	0,002	0,147
		0,20	0,40	3,46	2,99	0,52	0,14	6,39
После второй нормы (6000+3000 л <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,113	нет	0,072	0,004	0,008	0,003	следы	0,029
			1,18	0,72	0,16	0,16	0,02	1,28
5—20	0,179	0,008	0,107	0,005	0,008	0,003	следы	0,049
		0,25	1,75	0,13	0,17	0,12	0,03	2,15
20—35	0,205	0,004	0,107	0,006	0,012	0,002	0,001	0,055
		0,45	1,75	0,16	0,25	0,11	0,08	2,40
35—55	0,213	0,022	0,090	0,011	0,021	0,004	0,001	0,061
		0,10	1,48	0,31	0,44	0,18	0,09	2,64
55—75	0,260	0,008	0,082	0,029	0,042	0,005	0,001	0,070
		0,25	1,35	0,83	0,88	0,25	0,09	3,05
75—95	0,316	нет	0,060	0,066	0,069	0,008	0,002	0,086
		нет	0,98	1,87	1,73	0,38	0,18	3,72
После третьей нормы (6000+3000+3000 л <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,103	нет	0,055	0,002	0,005	0,002	следы	0,022
			0,90	0,07	0,10	0,11		0,96
5—20	0,124	0,006	0,068	0,002	0,006	0,003	следы	0,030
		0,15	1,12	0,08	0,13	0,14	0,05	1,30
20—35	0,142	0,009	0,078	0,004	0,005	0,003	следы	0,037
		0,31	1,28	0,10	0,11	0,003	0,06	1,61
35—55	0,173	0,011	0,086	0,004	0,011	0,003	0,001	0,043
		0,35	1,41	0,11	0,22	0,13	0,09	1,85
55—75	0,187	0,012	0,004	0,006	0,023	0,005	0,001	0,047
		0,40	1,37	0,15	0,47	0,23	0,09	2,06
75—95	0,216	0,011	0,074	0,009	0,046	0,007	0,004	0,050
		0,36	1,21	0,25	0,95	0,33	0,035	2,14

Таблица 4.5  
Ход выщелачивания воднорастворимых солей из монолитов почвы средней зоны Курорта Кагала  
массива (( $\Sigma l$ )/мекв)

№ порции фильтрата	Дата взятия фильтрата	Объем фильтрата, л	Плотный остаток, г/л		СО <sub>3</sub>	НСО <sub>3</sub>	С1	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na : K
			3	4							
1	26. III	1957	1,5	52,751	шт	0,182 3,00	28,438 802,43	71,85	3,458 3,067	2,406 2,466	1,417 116,50
2	16. IV	2	44,336	нет	0,100 1,64	23,695 668,60	68,84	123,00	2,466 1,220	1,544 100,35	11,157 126,00
3	30. IV	1	34,498	0,080 1,00	0,122 2,00	18,818 530,92	2,840 59,01	136,10	2,729 1,220	8,001 100,35	485,08 356,56
4	15. V	1,5	28,561	0,038 1,28	0,116 1,96	15,000 423,95	2,586 53,29	92,60	1,857 1,813	0,778 0,688	7,444 56,61
5	2. VI	1,4	26,154	нет	0,076 1,24	12,372 349,10	4,199 87,38	90,43	1,498 1,498	0,632 51,90	6,686 260,68
6	20. VI	2	23,682	0,047 1,60	0,038 1,44	10,900 309,92	3,486 72,54	74,72	1,498 74,72	0,632 51,90	5,929 257,79
7	10. VII	2	20,642	0,032 1,11	0,136 2,24	7,406 208,58	5,274 109,46	45,71	0,916 45,71	0,513 42,21	5,377 293,77
8	26. VII	2	17,940	нет	0,134 2,03	5,614 158,40	5,514 118,94	42,65	0,856 42,65	0,511 41,92	4,481 194,80
9	6. VIII	1	14,678	0,038 1,30	0,130 2,11	3,898 109,70	5,396 112,39	42,62	0,854 42,62	0,451 37,07	3,352 145,22
10	20. VIII	1	13,818	0,035 1,20	0,231 3,60	2,835 79,93	5,617 117,10	37,50	0,752 37,50	0,300 24,67	3,219 139,66

Окончание таблицы 45

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	10. IX	2	12,772	нет	0,244 4,00	2,635 74,35	5,443 113,48	0,596 29,70	0,343 28,21	3,081 133,92
12	28. IX	1,4	12,985	0,044 1,50	0,284 4,64	2,189 61,75	5,629 117,36	0,702 35,00	0,452 37,25	2,598 113,00
13	25. II 1958	2	10,348	0,035 1,20	0,254 4,16	1,276 30,00	5,057 105,46	0,712 35,50	0,367 30,25	1,744 75,82
14	20. III	2	10,284	0,044 1,50	0,202 3,32	0,002 30,80	5,285 110,20	0,594 29,60	0,163 13,37	2,366 102,85
15	22. IV	2	7,873	0,038 1,30	0,226 3,70	0,702 19,80	4,135 86,27	0,361 18,00	0,191 15,71	1,779 77,36
16	19. V	2	7,787	0,045 1,52	0,122 2,00	0,632 17,83	4,490 93,66	0,368 17,87	0,310 23,55	1,647 71,09
17	26. VI	1,8	7,080	0,044 1,50	0,214 3,50	0,361 10,20	4,038 84,26	0,226 11,30	0,150 12,29	1,745 75,87
18	12. VII	2	5,964	0,038 1,30	0,233 3,80	0,230 6,50	3,435 71,69	0,261 13,00	0,170 13,95	1,296 56,34
19	28. VIII	2	5,286	0,039 1,35	0,196 3,20	0,146 4,11	3,192 66,63	0,251 12,50	0,165 13,61	1,132 49,19
20	25. IX	2	5,021	0,032 1,10	0,257 4,20	0,114 3,22	2,952 61,64	0,221 11,00	0,134 10,92	1,110 48,24
21	20. X	2	4,711	0,032 1,10	0,244 4,00	0,108 3,05	2,774 57,95	0,206 10,25	0,112 9,25	1,077 46,60
22	15. XI	1,8	4,992	0,030 1,00	0,305 5,00	0,152 4,30	2,960 61,60	0,201 10,02	0,163 13,40	1,115 48,48

Таблица 46

**Промывка серо-буровой почвы средней зоны  
Кюровдагского массива (%/екв)**

Глубина, см	Плотный остаток, %	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
До промывки								
0—14	0,494	нет	0,098	0,167	0,044	0,018	0,002	0,131
14—31	0,804	нет	0,066	0,369	0,069	0,022	0,010	5,75
31—56	1,290	нет	0,036	0,524	0,228	0,036	0,022	0,253
56—80	2,506	нет	0,049	0,651	0,921	0,304	0,041	0,400
80—109	2,080	нет	0,041	0,633	0,625	0,118	0,027	17,37
109—143	1,739	нет	0,046	0,741	0,312	0,084	0,038	9,455
			0,76	20,91	6,50	4,20	3,10	0,480
								20,87
После первой нормы (6000 м <sup>3</sup> /га)								
0—6	0,213	0,020	0,069	0,003	0,039	0,009	0,003	0,046
	0,68	1,13	0,10		0,81	0,44	0,27	2,01
5—20	0,259	0,027	0,104	0,004	0,040	0,011	0,004	0,061
	0,90	1,69	0,12		0,83	0,53	0,35	2,64
20—35	0,279	0,033	0,101	0,006	0,046	0,012	0,005	0,056
	0,10	1,66	0,16		0,96	0,62	0,39	2,84
35—55	0,397	0,021	0,038	0,027	0,178	0,038	0,008	0,074
	0,70	0,62	0,76		3,71	1,89	0,67	3,23
55—75	0,747	0,003	0,027	0,115	0,356	0,045	0,016	0,176
	0,10	0,45	3,24		7,40	2,25	1,28	7,66
75—100	0,991	0,10	0,334	0,169	9,425	0,031	0,015	0,261
	нет	0,56	4,76		8,85	1,58	1,24	11,36
После второй нормы (60000 + 3000 м <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,160	нет	0,096	0,003	0,025	0,006	0,002	0,039
	1,58	0,10	0,53		0,30	0,20	1,71	
5—20	0,240	0,018	0,101	0,003	0,032	0,005	0,003	0,058
	0,60	1,65	0,10		0,66	0,25	0,25	2,51
20—35	0,266	0,027	0,110	0,008	0,064	0,005	0,003	0,086
	0,90	1,80	0,22		1,33	0,25	0,25	3,73
35—55	0,209	0,009	0,067	0,011	0,101	0,011	0,003	0,069
	0,30	1,10	0,30		2,11	0,55	0,25	3,00
55—75	0,580	нет	0,034	0,018	0,302	0,044	0,012	0,096
	0,55	0,57	6,28		2,20	1,02	4,18	
75—100	0,507	нет	0,058	0,016	0,264	0,024	0,012	0,108
	0,95	0,45	5,50		1,18	1,02	4,70	
После третьей нормы (6000 + 3000 + 3000 м <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,130	0,006	0,070	0,002	0,014	0,005	0,002	0,028
	0,20	1,15	0,10		0,29	0,25	0,20	1,32
5—20	0,203	0,015	0,099	0,003	0,023	0,004	0,002	0,051
	0,50	1,63	0,10		0,47	0,20	0,20	2,30
20—35	0,272	0,024	0,137	0,004	0,024	0,004	0,002	0,072
	0,80	2,24	0,12		0,50	0,21	0,20	3,24
35—55	0,308	0,018	0,128	0,004	0,051	0,008	0,003	0,073
	0,60	2,10	0,12		1,07	0,33	0,25	3,29
55—75	0,398	0,006	0,037	0,004	0,234	0,039	0,007	0,071
	0,20	0,60	0,12		4,86	1,96	0,64	3,18
75—100	0,363	0,003	0,037	0,004	0,202	0,022	0,003	0,083
	0,10	0,61	0,12		4,21	1,08	0,25	3,73

Таблица 47

Ход выщелачивания воднорастворимых солей из монолитов сероземной почвы шлейфовой зоны  
Киотоклятского массива ( $\text{t}/\text{m}^2/\text{месяц}$ )

№ порций фильтрата	Дата взятия	Объем фильтрата, л	Плотный остаток, г/л	СО <sub>3</sub>			HCO <sub>3</sub>			Cl			SO <sub>4</sub>			Ca			Mg			Na+K		
				CO <sub>3</sub>			HCO <sub>3</sub>			Cl			SO <sub>4</sub>			Ca			Mg			Na+K		
				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
1	18. III 1957	2	71,440	нег	0,128 2,10	41,298 1165,31	3,820 79,50	2,657 132,60	2,626 216,00	20,664 898,41														
2	2. IV	1,5	51,978	нег	0,112 1,83	27,162 766,72	4,411 91,90	1,724 86,00	1,692 139,25	16,903 738,90														
3	24. IV	2	43,622	*	0,120 1,96	20,421 576,20	7,344 152,95	1,025 51,12	1,374 113,10	13,038 566,89														
4	10. V	1,5	33,030	*	0,105 1,72	15,617 440,67	5,575 116,12	1,205 60,10	1,321 108,70	8,963 389,71														
5	28. V	2	30,956	*	0,068 1,12	13,538 382,00	5,109 106,42	0,715 35,68	0,676 55,73	10,439 398,13														
6	27. VI	2	24,030	*	0,073 1,20	10,833 291,56	4,855 101,15	1,026 46,20	0,534 45,70	6,946 302,01														
7	20. VII	1,5	24,059	0,012 0,40	0,170 2,80	10,565 298,10	4,713 98,18	1,562 72,91	0,787 64,79	6,021 261,79														
8	20. VIII	2	18,820	0,015 0,50	0,168 2,75	6,861 193,60	5,225 108,75	1,293 59,50	0,730 60,13	4,272 185,97														
9	7. IX	1	18,030	0,024 0,80	0,216 3,55	5,713 161,20	5,078 105,68	0,967 43,25	0,702 57,83	5,249 170,15														
10	20. IX	1	17,031	0,030 1,00	0,268 4,40	5,254 148,25	5,591 116,35	0,625 26,17	0,444 36,61	4,766 207,22														

Окончания таблицы 47

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	18. X	1,4	17,327	0,024 0,80	0,241 3,95	4,584 123,35	6,120 127,87	0,491 19,43	0,338 27,92	4,925 214,12
12	25. XI 1958	2	15,910	0,039 1,30	0,165 2,70	3,551 100,20	5,889 122,55	0,498 19,85	0,373 30,75	4,051 176,15
13	26. II	2	13,871	0,030 1,00	0,220 3,60	2,821 79,60	5,489 114,34	0,491 12,50	0,264 21,80	3,614 157,14
14	29. IV	2	11,665	0,045 1,50	0,211 3,50	1,950 35,02	5,299 110,78	0,477 18,80	0,240 19,80	3,029 131,70
15	28. V	2	11,835	0,072 2,40	0,243 3,98	1,625 45,85	5,396 112,30	0,417 15,81	0,183 15,15	3,072 133,57
16	10. XII	1,5	11,257	0,051 1,70	0,172 2,82	1,251 35,30	5,221 107,83	0,374 13,68	0,190 15,71	2,760 118,25
17	4. VIII	1,5	8,308	0,036 1,20	0,293 4,80	0,305 8,60	3,820 79,50	0,435 16,70	0,153 12,70	1,488 64,70
18	29. XIII	2	7,645	0,050 1,62	0,215 3,52	0,380 9,30	4,378 91,12	0,329 11,40	0,141 11,69	1,897 82,47
19	29. IX	2	6,520	0,045 1,50	0,189 3,10	0,276 7,80	33,805 79,18	0,347 12,30	0,176 14,57	1,488 64,71
20	28. X	2	5,275	0,036 1,20	0,192 3,15	0,231 6,50	3,689 76,80	0,307 10,30	0,305 35,20	1,199 52,15
21	14. XI	1,84	7,075	0,090 8,04	0,268 4,40	0,248 7,00	4,091 85,15	0,315 10,70	0,180 10,80	1,795 78,05

Таблица 48

Промывка монолитов сероземной почвы шлейфовой зоны  
Кюровдагского массива (%/екв)

Глубина, см	Плотный остаток, %	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
До промывки								
0—5	0,582	нет	0,095 1,56	0,176 4,97	0,104 2,17	0,028 1,40	0,017 0,90	0,147 6,40
5—20	0,178	0,005 0,16	0,102 1,68	0,325 9,18	0,097 2,02	0,028 1,40	0,012 0,96	0,246 10,68
20—35	1,534	нет	0,056 0,92	0,733 0,920	0,169 20,40	0,036 3,52	0,024 1,80	0,466 1,98
35—55	2,996	нет	0,037 0,60	0,741 20,91	1,177 24,49	0,309 15,40	0,062 5,10	0,817 20,06
55—75	3,102	нет	0,039 0,48	0,759 21,42	1,203 27,14	0,301 15,00	0,075 6,20	0,640 27,84
75—100	нет	нет	0,049 0,80	0,851 24,11	0,684 14,24	0,080 4,00	0,058 4,80	0,608 39,35
После первой нормы (6000 м <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,174	0,009 0,30	0,070 1,15	0,005 0,13	0,034 0,70	0,015 0,75	0,006 0,46	0,025 1,07
5—25	0,261	0,026 0,85	0,098 1,60	0,009 0,25	0,048 1,00	0,016 0,82	0,007 0,56	0,053 2,32
20—35	0,332	0,032	0,061	0,014	0,010	0,019	0,012	0,061
35—55	0,761	нет	0,027 0,45	0,019 0,55	0,516 10,75	0,066 3,30	0,025 2,06	0,147 6,39
55—75	1,226	нет	0,031 0,50	0,053 1,50	0,689 14,35	0,109 5,42	0,026 2,15	0,202 8,78
75—100	1,727	нет	0,046 0,75	0,115 3,24	0,973 20,25	0,110 5,50	0,049 4,00	0,389 14,74
После второй нормы (6000 + 3000 м <sup>3</sup> /га)								
0—5	0,108	0,003 0,10	0,054 0,88	0,004 0,12	0,022 0,45	0,009 0,45	0,004 0,35	0,018 0,80
5—20	0,188	0,023 0,75	0,082 1,35	0,005 0,14	0,034 0,70	0,009 0,45	0,004 0,35	0,049 2,14
20—35	0,275	0,024	0,082	0,007	0,067	0,010	0,007	0,062
35—55	0,518	нет	0,027 0,45	0,009 0,25	0,309 6,43	0,034 1,70	0,018 1,45	0,092 4,00
55—75	0,787	нет	0,021 0,35	0,016 0,45	0,481 10,02	0,058 2,90	0,015 1,25	0,153 6,67
75—100	1,079	нет	0,031 0,50	0,028 0,80	0,666 13,87	0,043 3,62	0,032 2,60	0,206 8,95
После третьей нормы (6000 + 3000 + 3000 м <sup>3</sup> /га)								
0—0	0,104	рст	0,070 1,14	0,002 0,08	0,016 0,34	0,005 0,25	0,002 0,20	0,025 1,11
5—20	0,207	нет	0,117 1,92	0,003 0,10	0,024 0,50	0,007 0,30	0,003 0,30	0,045 1,87
20—35	0,278	нет	0,132 2,16	0,007 0,20	0,053 1,10	0,012 0,60	0,003 0,40	0,056 1,42
35—55	0,428	нет	0,046 0,76	0,007 0,20	0,221 4,59	0,030 1,50	0,013 1,10	0,068 2,95
55—75	0,519	нет	0,037 0,60	0,006 0,18	0,308 6,40	0,050 2,50	0,015 1,20	0,080 3,48
75—100	0,768	нет	0,043 0,70	0,007 0,20	0,482 10,04	0,073 3,65	0,021 1,70	0,128 5,59

уменьшилось почти в три раза по плотному остатку и в несколько раз по хлору. Полуметровый слой почвы после первой нормы воды по хлор-иону перешел в практически пресное состояние.

Вторая норма воды опреснила по хлору-иону уже метровую толщу. Незначительно изменилось содержание плотного остатка и других компонентов. После третьей нормы солесодержание снизилось еще больше, однако существенных изменений в содержании большинства солевых компонентов не произошло.

Таким образом, резюмируя изложенное, можно сказать, что, несмотря на большой исходный запас солей в данной почве, практическое опреснение ее метровой толщи происходит при промывке первыми двумя нормами воды, составляющими в общем  $9000 \text{ м}^3/\text{га}$ .

*Промывка монолитов сероземной почвы Кюордагского массива.* Содержание солей в метровой толще данной почвы в среднем превышает 2% по плотному остатку. Из табл. 47 видно, что первые порции фильтрата отличаются высокой концентрацией солей (52–71 г/л).

Промывка оказывает на эту почву весьма эффективное действие. Первая норма ( $6000 \text{ м}^3/\text{га}$ ) выщелачивала из почвенной толщи почти третью часть запаса солей. До практически пресного состояния опреснился 75-сантиметровый слой почвы (по хлор-иону).

Под влиянием второй нормы ( $6000+3000 \text{ м}^3/\text{га}$ ) рассоление продолжалось в метровый слой почвы по хлор-иону опреснился. После третьей нормы хлор отсутствовал почти полностью (табл. 48). Для этой почвы характерно, что в ней в исходном состоянии только на глубине 5–20 см обнаруживалась нормальная сода, причем в мизерном количестве. После первой нормы воды количество ее резко увеличилось не только в этом горизонте, но и в выше- и нижележащих слоях. Вторая норма воды способствовала существенному уменьшению соды, а после третьей нормы она исчезла полностью.

Таким образом, исследуемые почвы в монолитах промываются сравнительно легко и подвергаются яркому рассолению. Практическое опреснение достигается применением промывной нормы воды из расчета  $9000 \text{ м}^3/\text{га}$ , которая подается в два приема.

Однако, как показали дальнейшие исследования, промывка почв с делювиальной формой засоления в лабораторных и полевых условиях протекает различно.

## ПРОМЫВКА ПОЧВ В ПОЛЕ (МИКРОДЕЛЯНОЧНЫЕ ОПЫТЫ)

### 1. Промывка почв без применения химических мелиорантов

В данной серии опытов промывки были осуществлены в трех вариантах: без оборота пласта, с оборотом пласта и с ярусной вспашкой.

а) *Промывка почв без оборота пласта.* Промывка почв первой нормой воды из расчета  $4000 \text{ м}^3/\text{га}$  вызывает заметное рассоление. При этом, как видно из табл. 49, 50, 51, в большинстве опытных почв значительное рассоление произошло до глубины 50 см. Содержание солей в этом слое снизилось почти в два раза, хлора – в три-четыре раза (на Кюордагском массиве почти в десять раз).

В опытах, проводившихся на почвах Кюордагского массива и в колхозе им. Калинина Сумгайтского района, отмечалось повышение общей щелочности, причем на большую глубину (см. табл. 49, 51).

Таблица 49

## Результаты промывки почв Кюровдагского массива без применения химических мелиорантов (‰/мекв)

Глубина, см	По промывкам (16. III—1957 г.)			После I нормы (29. III 1957 г.)			После II нормы (13. IV 1957 г.)			После III нормы (15. V 1957 г.)			
	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	
0—10	0,360	нет	0,128 2,20	0,012 0,35	0,280	нет	0,140 2,40	0,008 0,25	0,306	0,019 0,32	0,187 3,50	0,049 1,40	0,658
10—25	0,960	*	0,052 0,85	0,425 12,00	0,410	*	0,085 1,40	0,016 0,51	0,424	0,017 0,70	0,094 1,56	0,120 3,40	0,488
25—50	1,400	*	0,024 0,40	0,567 16,00	0,346	*	0,070 1,15	0,081 2,28	0,438	0,009 0,40	0,043 1,20	0,187 5,30	0,580
50—75	1,860	*	0,027 0,45	0,638 18,00	2,068	*	0,046 0,75	0,435 12,28	2,198	нет 0,40	0,024 12,50	0,443 1,28	1,668
75—100	2,516	*	0,021 0,35	0,573 16,17	1,998	*	0,049 0,80	0,640 18,07	2,138	*	0,023 0,36	0,499 14,10	1,930
100—125	2,860	*	0,031 0,50	0,603 17,00	2,732	*	0,046 0,75	0,719 20,30	2,108	*	0,027 0,44	0,511 16,10	1,870
125—150	2,246	*	0,024 0,40	0,638 18,00	2,819	*	0,064 0,90	0,743 21,82	2,038	*	0,023 0,36	0,577 16,30	2,196

Таблица 50

Результаты промывки почв Боздагской делювиальной равнинны без применения химических  
Мельнишантов (‰/мек)

Глубина, см	До промывки (26. IV 1958 г.)			После I нормы (5. V 1958 г.)			После II нормы (13. V 1958 г.)			После III нормы (26. V 1958 г.)		
	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
Первый опытный участок												
0—10	0,412	нет	0,054	0,044	0,125	нет	0,093	0,018	0,184	нет	0,071	0,010
10—25	0,471	—	0,059	0,071	0,274	—	0,041	0,018	0,190	1,16	0,29	0,066
25—50	1,056	—	0,027	0,123	0,582	—	0,054	0,035	0,438	1,56	0,20	0,044
50—75	0,862	—	0,024	0,167	1,220	—	0,029	0,175	1,048	2,20	0,20	0,110
75—100	0,710	—	0,024	0,123	3,47	—	0,48	4,95	—	0,48	0,69	0,054
					образцы не взяты				1,142	—	0,091	0,054
									0,024	—	2,57	0,082
									0,40	—	0,48	0,89
Второй опытный участок												
0—10	0,197	0,001	0,071	0,026	0,280	—	0,046	0,140	0,070	—	0,063	0,164
10—25	0,382	0,003	0,095	0,046	0,118	—	0,061	0,040	0,177	—	1,04	0,164
25—50	0,916	0,10	1,55	1,30	0,323	—	0,066	0,105	0,344	—	0,076	0,066
50—75	0,782	—	0,066	0,315	0,678	—	0,041	0,246	0,566	—	0,282	0,049
75—100	1,000	—	0,054	0,343	1,046	—	0,032	0,456	0,710	—	0,321	0,051
100—125	1,036	—	0,029	0,382	9,67	—	0,52	12,87	—	0,012	0,028	0,044
					образцы не взяты				0,30	—	0,79	0,72
									0,948	—	0,029	0,343
									0,48	—	0,48	0,67

Таблица 51

Результаты промывки почв Сиазань-Сумгайитского массива без применения химических мелиорантов (%/мекв)

Глубина, см	До промывки 21. VII 1956 г.)				После I нормы (1. VIII 1956 г.)				После II нормы (15. VIII 1956 г.)				После III нормы (9. IX 1956 г.)			
	плотн. осстат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. осстат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. осстат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. осстат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
Колхоз им. Нариманова																
0—50	0,244	нет	0,075	0,018	0,214	нет	0,075	0,009	0,161	нет	0,072	0,008	0,233	нет	0,063	0,010
5—10	0,903	...	0,030	0,141	0,881	...	0,030	0,058	1,109	...	0,035	0,142	0,875	...	0,044	0,120
0—10	0,573	...	0,052	0,079	0,547	...	0,052	0,033	0,635	...	0,053	0,075	0,554	...	0,048	0,065
0—50	0,224	...	0,075	0,018	0,186	...	0,067	0,007	0,159	...	0,102	0,008	0,217	...	0,054	0,007
50—100	0,903	...	0,030	0,141	0,780	...	0,059	0,058	1,050	...	0,060	0,082	0,919	...	0,044	0,121
0—100	0,573	...	0,052	0,079	0,483	...	0,063	0,032	0,604	...	0,081	0,045	0,512	...	0,049	0,064
Колхоз им. Калинина																
0—50	0,297	...	0,016	0,103	0,271	...	0,062	0,025	0,295	...	0,055	0,075	0,239	...	0,077	0,050
50—100	0,713	...	0,053	0,238	0,703	...	0,024	0,070	0,681	...	0,036	0,261	0,704	...	0,045	0,279
0—100	0,595	...	0,035	0,168	0,487	...	0,043	0,048	0,488	...	0,045	0,150	0,471	...	0,062	0,154
0—50	0,297	...	0,016	0,103	0,250	...	0,061	0,039	0,325	...	0,065	0,095	0,262	...	0,067	0,072
50—100	0,713	...	0,053	0,238	0,721	...	0,042	0,083	0,916	...	0,038	0,307	0,808	...	0,044	0,308
0—100	0,595	...	0,035	0,168	0,485	...	0,051	0,061	0,620	...	0,020	0,202	0,535	...	0,055	0,190
Колхоз "Коммунист"																
0—10	0,480	...	0,073	0,176	0,226	...	0,078	0,035	0,212	...	0,051	0,014	0,536	...	0,039	0,018
10—25	0,704	...	1,20	4,98	...	1,20	0,99	1,320	...	0,84	0,41	1,176	...	0,64	0,49	
25—50	1,984	...	0,067	0,155	0,952	...	0,045	0,058	1,64	...	0,032	0,022	1,056	...	0,034	0,014
50—75	2,220	...	0,055	0,278	1,682	...	0,040	0,212	1,180	...	0,044	0,058	1,63	...	0,56	0,40
75—100	2,272	...	0,046	0,391	1,666	...	0,048	0,413	1,360	...	0,046	0,257	1,028	...	0,056	0,130
			0,75	9,82	...	0,75	0,78	11,78	...	0,76	7,34	...	0,92	3,66		
			0,75	11,83	...	0,75	0,034	0,501	2,424	...	0,024	0,463	1,900	...	0,034	0,313
							0,56	14,13	...	0,40	13,06			0,56	8,81	

Во втором полуметровом слое заметных изменений в засоленности на большинстве участков обнаружено не было. На первом опытном участке Боздагской делювиальной равнины отмечалось даже увеличение засоления.

На втором опытном участке Боздагской делювиальной равнины промывка первой нормой воды ощутимых изменений в распределении солей в почве не внесла (см. табл. 50).

Вторая норма ( $4000+4000 \text{ м}^3/\text{га}$ ) на Кюровдагском массиве и в почвах колхоза им. Калинина Сумгайтского района не способствовала дальнейшему опреснению почвенного профиля. Отмечалась даже небольшая реставрация засоления, увеличилось содержание бикарбонатов. В почвах Кюровдагского массива появлялся ион  $\text{CO}_3$ , которого в исходном состоянии не было. Плотный остаток увеличивался и во втором полуметровом слое, хотя содержание хлора несколько уменьшилось. Засоленность третьего полуметрового слоя также заметно уменьшилась. На остальных опытных участках промывка второй нормой способствовала продолжению рассоления как по плотному остатку, так и по хлору.

После третьей нормы плотный остаток, а также щелочность почв Кюровдагского массива в первом полуметровом слое продолжают значительно увеличиваться. Второй полуметровой слой несколько опреснился. Близкие данные получены на почвах Сиань-Сумгайтского массива и Боздагской делювиальной равнины (табл. 52).

Это явление можно объяснить подтягиванием солей из нижних слоев в верхние, вызванным испарением капиллярно-подвешенной влаги, а также диффузией солей, сопровождающейся выравниванием концентрации почвенных растворов.

Как уже отмечалось, характеризуемые почвы отличаются высокой солонцеватостью. Из-за некоторой их трещиноватости первая норма воды «проваливается» по трещинам вглубь. Такая возможность в условиях тяжелоглинистых солонцеватых почв отмечена многими исследователями.

Вода, достигнув горизонта с максимальным накоплением солей, образовывала концентрированные растворы. При этом половина промывной воды (около  $2000 \text{ м}^3$ ) просачивалась в почву в тот же день, что способствовало некоторому рассолению верхних слоев, а остальная часть воды полностью впитывалась только в течение недели.

Сильное набухание почв привело к резкому уменьшению фильтрации. В результате при второй и третьей промывках вода стала впитываться очень медленно (в течение 15–17 суток) и проникала лишь в сравнительно неглубокие слои почвы. Вследствие сохранившейся капиллярной связи между верхним и нижним слоями шло выравнивание концентрации почвенных растворов между нижележащими засоленными горизонтами и опресненными верхними.

Этому способствовал и характер изменения содержания влаги в почве. Как видно из данных табл. 53, во всех случаях влажность была наиболее высокой в верхнем полуметровом слое, а в нижележащих горизонтах она была небольшой. Это обусловило возникновение обратной диффузии солей. Наличие диффузии солей подтверждается и тем, что содержание солей после подачи третьей нормы воды во втором метровом слое заметно уменьшилось, а в верхней толще почвы увеличилось.

Роль диффузии солей в процессе реставрации засоления при промывке солонца-солончака Джаныбекского стационара отмечалась также Г. П. Максимюк (1961).

Реставрация засоления из-за диффузии солей и испарения подвешенной влаги

Таблица 52

Солевой состав почв Боздагской подгорной равнины после промывки  
без внесения химических мелиарантов (%/мекв)

Глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
Первый опытный участок								
0—10	0,198	нет	0,066 1,08	0,011 0,30	0,024 0,49	0,006 0,028	0,001 0,09	0,037 1,50
10—25	0,295	—	0,044 0,72	0,014 0,40	0,126 2,61	0,023 1,14	0,004 0,33	0,051 2,21
25—50	0,498	—	0,110 1,80	0,011 0,30	0,221 4,59	0,006 0,28	0,006 0,57	0,133 5,84
50—75	0,950	—	0,054 0,88	0,035 0,99	0,545 11,10	0,092 4,57	0,013 1,05	0,158 6,67
75—100	1,022	—	0,029 0,48	0,032 0,89	0,596 11,59	0,098 4,85	0,013 1,05	0,158 7,16
Второй опытный участок								
0—10	0,164	—	0,066 1,08	0,014 0,40	0,021 0,43	0,006 0,28	0,001 0,09	0,035 1,54
10—25	0,282	—	0,071 1,16	0,017 0,50	0,42 0,86	0,004 0,19	0,002 0,19	0,049 2,14
25—50	0,321	—	0,051 0,84	0,028 0,79	0,102 2,12	0,004 0,19	0,002 0,19	0,077 3,37
50—75	0,525	—	0,049 0,80	0,024 0,69	0,224 4,66	0,004 0,19	0,006 0,48	0,126 5,48
75—100	0,612	—	0,044 0,72	0,105 2,97	0,144 2,99	0,006 0,28	0,001 0,09	0,145 6,31
100—125	0,943	—	0,029 0,48	0,343 9,67	0,124 2,58	0,019 0,95	0,009 0,76	0,253 10,02
Колхоз „Коммунист“ Сумгайтского района								
0—10	0,536	—	0,039 0,64	0,018 0,49	0,304 0,33	0,058 0,88	0,012 1,02	0,128 5,555
10—25	1,176	—	0,034 0,56	0,014 0,40	0,810 16,86	0,108 5,39	0,003 0,28	0,279 12,140
25—50	0,756	—	0,073 1,20	0,046 1,29	0,341 7,10	0,007 0,37	0,013 1,12	0,041 1,791
50—75	1,028	—	0,056 0,92	0,130 3,66	0,572 11,90	0,015 0,74	0,004 0,37	0,369 15,171
75—100	1,900	—	0,034 0,56	0,313 8,81	0,908 18,90	0,076 1,81	0,013 1,12	0,537 23,339

подтверждается также наблюдениями за солевым режимом почв. Опытные почвы на Кюровдагском массиве после промывки в первый год (1958 г.) оставлялись в залежь, а в последующие годы использовались под посевы сельскохозяйственных культур (горох кормовой и хлопчатник) в условиях орошения (об урожайности этих культур будет сказано несколько ниже). Для выявления влияния орошения на солевой режим мелиорируемых почв на опытных делянках в течение четырех лет изучалась динамика засоления. Из данных табл. 54 видно, что орошение усиливало процесс перемещения солевых масс из более засоленных глубинных слоев в верхние горизонты. Содержание хлора, например, в верхнем полуметровом слое почвы в 1959 г. по сравнению с 1957 г. увеличилось более, чем в три раза, тогда как на глубине 50—75 см оно заметно уменьшилось.

Таблица 53

## Динамика влажности при промывке почв без применения химических мелиарантов (% к абс. сухой почве)

Глубина, см	До промывки	После			До промывки	После			
		I нормы	II нормы	III нормы		I нормы	II нормы	III нормы	
Боздагская подгорная равнина									
I-й опытн. участок					II-й опытн. участок				
0—10	12,3	25,8	34,5	22,3	12,2	20,8	20,7	25,0	
10—25	10,7	31,3	37,6	34,1	27,7	27,0	29,2	28,1	
25—50	12,3	30,3	28,8	34,0	23,2	28,9	29,9	23,6	
50—75	12,2	22,1	27,9	28,2	26,0	26,3	23,3	25,1	
75—100	9,8	12,3	22,5	22,3	18,1	23,3	23,1	22,5	
100—125	9,4	10,1	27,4	26,1	14,1	не определ.		27,3	
Колхоз им. Н. Нариманова Сиазанского района									
Делянка с дренажом					Делянка без дренажа				
0—10	5,3	40,7	40,0	39,1	5,3	38,2	34,9	34,9	
10—25	11,0	32,3	32,4	33,0	11,0	27,8	29,9	29,2	
25—50	13,5	21,0	22,9	24,4	13,5	23,4	29,1	24,0	
50—75	12,0	16,7	18,9	19,7	12,0	16,4	20,4	19,7	
75—100	15,5	15,8	16,8	19,2	15,5	17,9	21,2	19,8	
100—125	12,2	не определ.	19,9	12,2	12,2	не определ.		18,3	
125—150	18,6	—	20,3	18,6	—	—		19,3	
Колхоз им. Калинина Сумгайтского района									
Делянка с дренажом					Делянка без дренажа				
0—10	2,6	49,2	40,8	33,8	2,6	33,9	24,9	34,5	
10—25	8,9	33,4	34,2	31,4	158,49	29,3	36,6	33,5	
25—50	15,4	22,5	24,6	23,7	15,4	25,5	26,3	27,3	
50—75	15,9	16,2	18,2	21,4	15,9	20,3	22,3	23,2	
75—100	12,3	15,5	14,6	15,8	12,3	14,4	16,3	16,6	
Колхоз „Коммунист“ Сумгайтского района									
Без оборота пласта					С оборотом пласта				
0—10	13,7	44,7	32,3	23,8	13,7	44,2	32,8	28,7	
10—25	23,2	36,8	35,5	33,0	23,2	41,1	36,4	32,6	
25—50	26,0	31,3	31,3	30,4	26,0	33,0	31,9	29,6	
50—75	28,1	25,7	25,3	28,4	28,1	26,3	26,6	28,6	
75—100	20,3	23,1	25,5	28,5	20,4	23,4	25,6	27,1	

Перемещение солевых масс в опытной почве продолжалось и в 1960 г. За год содержание хлор-иона в верхнем 10-сантиметровом слое увеличилось более чем в пять раз (0,579 против 0,107% в 1959 г.) а плотный остаток — почти в три раза. Существенное увеличение засоления отмечалось и на глубине 10—25 см.

Аналогичная картина наблюдалась и в 1961 г. (табл. 54). В 1962 г., наоборот, отмечен обратный процесс перемещения солей. В этом году наблюдалось значительное выщелачивание солевых масс в нижние горизонты почв, хотя содержание солей, в частности хлоридов, все еще превышает не только данные за 1967 г. (кроме промывки), но и за 1959 г.

Таблица 54

## Солевой режим почв Кюрдагского массива после промывки без применения химических мелиарантов (%/мекв)

Глубина, см	Плотный остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
31. III 1959 г.								
0—10	0,440	нет	0,142 2,32	0,107 3,00	0,035 0,23	0,005 0,2	0,002 0,17	0,129 5,59
10—25	0,442	*	0,107 1,76	0,128 3,60	0,054 1,12	0,009 0,44	0,002 0,18	0,135 5,86
25—50	0,960	*	0,085 1,40	0,196 5,52	0,289 6,01	0,016 0,80	0,003 0,27	0,273 11,86
50—75	1,920	*	0,051 0,84	0,274 7,68	0,907 18,87	0,226 2,48	0,030 2,48	0,313 13,63
9. XI 1960 г.								
0—10	1,224	*	0,039 0,64	0,579 16,32	0,082 1,70	0,039 1,95	0,018 1,51	0,349 15,20
10—25	0,536	0,005 0,16	0,078 1,28	0,187 5,28	0,059 1,22	0,009 0,44	0,001 0,09	0,166 7,25
25—50	0,540	0,004 0,12	0,073 1,20	0,175 4,92	0,079 1,64	0,007 0,36	0,003 0,26	0,164 7,14
50—75	1,104	нет	0,041 0,68	0,175 4,92	0,505 10,51	0,071 3,55	0,115 1,25	0,260 11,31
75—100	1,312	*	0,041 0,68	0,443 12,60	0,344 7,16	0,051 2,58	0,018 1,50	0,376 16,36
28. VII 1961 г.								
0—10	1,040	нет	0,049 0,30	0,512 14,43	0,049 1,02	0,024 1,20	0,007 0,60	0,332 14,45
10—25	0,425	*	0,079 1,30	0,150 4,22	0,037 0,77	0,005 0,24		0,139 6,05
25—50	0,435	с леды	0,032 1,35	0,152 4,29	0,047 0,98	0,002 0,12	0,002 0,14	0,146 6,36
50—7	1,395	нет	0,040 0,65	0,270 7,60	0,582 12,12	0,105 5,22	0,019 1,56	0,312 13,59
26. IV 1962 г.								
0—10	0,392	нет	0,065 1,06	0,121 3,40	0,031 0,65	0,005 0,24	0,001 0,12	0,109 4,75
10—25	0,448	0,004 0,12	0,061 1,00	0,163 4,60	0,040 0,83	0,005 0,24	0,003 0,24	0,140 6,07
25—50	0,496	0,001 0,04	0,076 1,24	0,112 3,15	0,122 2,54	0,007 0,36	0,001 0,12	0,149 6,49
50—75	1,920	нет	0,026 0,42	0,275 7,75	0,886 18,45	0,188 9,40	0,041 3,45	0,314 13,67
75—10	1,492	*	0,022 0,36	0,362 10,20	0,525 10,93	0,093 4,66	0,043 3,55	0,305 13,28
100—125	1,464	*	0,027 0,44	0,561 15,80	0,321 6,68	0,062 3,09	0,026 2,15	0,407 17,68

Характерно, что перемещение солевых масс в верхние слои почв почти во всех случаях сопровождалось явным уменьшением солесодержания в нижних горизонтах, что еще раз подтверждает роль диффузии солей и испарения подвешенной влаги.

б) *Промывка почв с оборотом пласта.* Этот вариант был проведен только на одном участке (колхоз «Коммунист» Сумгайитского района). Результаты промывки почв здесь отличаются некоторой специфичностью. С первой промывной нормой воды из 75-сантиметрового слоя вымылось относительно меньшее количество солей, чем в предыдущем варианте, причем в верхнем 25-сантиметровом слое содержание солей и процесс промывки несколько увеличилось. Это, возможно, связано с тем, что при вспашке нижний, более засоленный, слой оказался на поверхности.

Таблица 55  
 Результаты промывки почв с оборотом пласта (без применения химических мелиарантов) на участке колхоза  
 "Коммунист" Сумгайтского района (%/мекв)

Глубина, см.	До промывки						После I нормы (26. XI 1959 г.)						После II нормы (6. II 1960 г.)						После III нормы (3. IV 1960 г.)					
	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl				
0—10	0,480	нег	0,073	0,176	0,572	нег	0,070	0,015	0,232	нег	0,040	0,014	0,392	нег	0,044	0,072	0,028	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79		
10—25	0,704	нег	0,067	0,155	0,920	нег	0,081	0,080	0,544	нег	0,058	0,029	0,444	нег	0,061	1,00	0,035	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99		
25—50	1,984	нег	0,955	0,278	1,442	нег	0,098	0,178	0,804	нег	0,048	0,076	0,716	нег	0,063	1,04	0,074	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08		
50—75	2,220	нег	0,046	0,391	1,812	нег	0,061	0,340	1,660	нег	0,087	0,210	1,600	нег	0,039	0,64	0,183	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15		
75—100	2,272	нег	0,046	0,402	2,816	нег	0,073	0,517	2,388	нег	0,024	0,517	1,984	нег	0,034	0,64	0,034	9,56	9,56	9,56	9,56	9,56		

В то же время содержание хлоридов в 75-сантиметровом слое уменьшилось больше, чем в предыдущем варианте. Содержание  $\text{HCO}_3^-$ -иона несколько увеличилось (табл. 55).

Вторая норма дала более ощутимые результаты. Плотный остаток уменьшился во всех горизонтах, особенно в верхнем полуметровом слое (более чем в два раза). Заметное рассоление наблюдалось и во втором полуметровом слое. Содержание хлор-иона в верхнем полуметровом слое почвы имело тенденцию к некоторому увеличению.  $\text{HCO}_3^-$ -ион, наоборот, подвергся вымыванию.

Третья норма способствовала дальнейшему рассолению, которое охватило почвенный профиль на всю исследуемую глубину. Некоторое увеличение солесодержания отмечалось в верхнем 10-сантиметровом слое, что, видимо, обязано диффузии солей. Наличие последней подтверждалось еще и тем, что в верхнем 25-сантиметровом слое обнаружилось увеличение содержания хлор-иона, который более подвержен диффузии.

Этот вариант промывки дал более удовлетворительные результаты, чем предыдущий. Полуметровый слой почвы рассолился в такой степени, что его уже можно было использовать под сельскохозяйственные культуры, в частности, под зерновые и овоще-бахчевые. Повышение плотного остатка произошло в основном за счет сульфатов (табл. 56), что не представляет опасности.

Таблица 56

Состав опытной почвы колхоза "Коммунист" Сумгайтского района после промывки без применения химических мелиарантов (с оборотом пласта)  
(%/мекв)

Глубина, см	Плотный остаток	$\text{CO}_3$	$\text{HCO}_3$	Cl	$\text{SO}_4$	Ca	Mg	$\text{Na} + \text{K}$
0—10	0,392	нет	0,044 0,72	0,028 0,79	0,212 4,41	0,016 0,93	0,003 0,28	0,108 4,715
10—25	0,444	—	0,061 1,00	0,035 0,99	0,224 4,66	0,013 0,65	0,002 0,19	0,184 5,814
25—50	0,735	—	0,063 1,04	0,074 2,08	0,355 7,39	0,007 0,37	нет	0,233 10,135
50—75	1,600	—	0,039 0,64	0,183 5,15	0,875 18,21	0,057 2,70	0,004 0,37	0,456 19,931
75—100	1,984	—	0,034 0,56	0,341 9,60	0,964 20,06	0,078 3,91	0,021 1,77	0,605 26,32"

Таким образом, сопоставление результатов описанных вариантов опыта дает нам основание сделать заключение о преимуществе промывки с оборотом пласта. Казалось бы, в условиях опущенного солевого профиля этого не должно было быть. Однако в данном случае, благодаря наличию в подпахотном слое характеризуемой почвы большого запаса гипса, который при вспашке смешался с верхним слоем почвы, произошло увеличение водопроницаемости почвы и быстрое вымывание солей.

в) *Промывка почвы с ярусной обработкой.* В этом варианте опыта верхний 10-сантиметровый слой почвы был осторожно снят, а нижний 30-сантиметровый раздроблен, после чего снятый верхний слой почвы был заложен на месте. Затем была дана одна норма воды (из расчета  $4000 \text{ м}^3/\text{га}$ ).

Как видно из данных табл. 57, в почвенном профиле произошло незначительное рассоление (по плотному остатку оно обнаруживалось меньше, чем по хлору).

Таблица 57

**Результаты промывки почвы с ярусной вспашкой в колхозе им. Н.Нариманова  
Сиазаньского района (%) (А.Ш.Бибарсова, 1955 г.)**

Глубина, см	До промывки				После промывки			
	плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
0—10	0,128	нет	0,004	0,007	0,128	нет	0,010	0,002
10—20	0,128	следы	0,011	0,007	0,128	»	0,046	0,003
20—30	0,224		0,079	0,012	0,162	»	0,120	0,008
30—40	0,232	0,006	0,096	0,017	0,240	»	0,079	0,004
40—50	0,374	0,003	0,122	0,070	0,356	»	0,118	0,012
0—50	0,217	0,004	0,062	0,028	0,205		0,075	0,007
50—60	0,496	0,006	0,097	0,126	0,342	0,036	0,109	0,070
60—70	0,636	0,006	0,097	0,126	0,440	0,048	0,122	0,088
70—80	0,668	следы	0,080	0,163	0,900	нет	0,048	0,126
50—80	0,600	0,006	0,091	0,130	0,561	0,042	0,093	0,095
0—80								

## 2. Промывка почв с применением пескования

Песок вносился в почву с целью изменения соотношения между глинистыми и песчаными частицами, т.е. облегчения механического состава.

Опыты по промывке с пескованием проведены на почвах колхоза «Коммунист» Сумгайтского района в двух вариантах. Их результаты приведены в табл. 58 и 59. Для опыта применялся песок с побережья. Песок пресный: содержание легкорастворимых солей в нем незначительное, порядка 0,03–0,05% по плотному остатку. Поэтому он не увеличивал содержания солей в опытной почве.

Промывка при внесении песка – 300 *m/ga*. Промывка первой нормой воды снижала содержание солей по плотному остатку в 75-сантиметровом слое почвы примерно на 40% от исходного запаса. Содержание хлора в полуметровом слое почвы уменьшилось более чем в три раза. Щелочность несколько увеличилась.

Вторая промывка способствовала продолжению рассоления почвенного профиля, хотя и в меньшей степени. В отдельных горизонтах почвы увеличился запас хлоридов. Бикарбонаты выносились почти из всего почвенного профиля.

Третья промывная норма привела к некоторой реставрации засоления как по плотному остатку, так и по хлору, особенно в верхнем 25-сантиметровом слое. Ниже содержание хлора уменьшилось. После промывки в почвенном профиле оставались в основном сульфаты натрия и калия (см. табл. 59).

**Промывка при внесении песка - 600 *m/ga*.** В этом варианте опыта первой нормой было вымыто меньшее количество солей, чем в предыдущем варианте. Не дала положительных результатов и вторая норма.

Третья промывка дала положительный эффект—плотный остаток снизился по всему профилю. Рассоление отмечалось и по хлор-иону. Щелочность несколько возрасла. После промывки почва имела такой же тип засоления, как и в предыдущем варианте.

Таблица 58

Результаты промывки почв с применением пескования в колхозе "Коммунист"  
Сумгайитского района (%/мекз)

Глубина, см	До промывки (14. X 1960 г.)				После I нормы (2. XI 1960 г.)				После II нормы (6. II 1961 г.)				После III нормы (3. IV 1961 г.)			
	плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
Песок из расчета 300 т/га																
0—10	0,480	нет	0,073	0,176	0,230	нет	0,082	0,015	0,192	нет	0,056	0,018	0,336	нет	0,046	0,025
10—25	0,704	•	0,057	0,155	0,480	•	0,070	0,058	0,488	•	0,051	0,021	0,616	•	0,051	0,042
25—50	1,984	•	0,055	0,278	1,112	•	0,070	0,109	0,980	•	0,049	0,115	1,036	•	0,044	0,089
50—75	2,220	•	0,446	0,391	1,304	•	0,091	0,376	1,028	•	0,034	0,266	1,232	•	0,044	0,165
75—100	2,272	•	0,046	0,402	2,690	•	0,058	0,550	2,412	•	0,029	0,434	2,020	•	0,034	0,372
							0,96	15,50			0,48	12,24			0,56	10,49
Песок из расчета 600 т/га																
0—10	0,480	нет	0,073	0,176	0,262	•	0,080	0,026	0,396	•	0,056	0,051	0,172	•	0,046	0,021
10—25	0,704	•	0,057	0,155	0,860	•	0,045	0,033	0,736	•	0,032	0,043	1,43	•	0,056	0,025
25—50	1,984	•	0,055	0,278	0,904	•	0,045	0,114	1,240	•	0,032	0,076	1,097	•	0,032	0,046
50—75	2,220	•	0,046	0,391	1,510	•	0,049	0,362	1,768	•	0,029	0,221	1,572	•	0,039	0,165
75—100	2,272	•	0,046	0,402	1,570	•	0,052	0,413	2,276	•	0,027	0,479	1,736	•	0,034	0,313
							0,86	11,63			0,44	13,46			0,56	8,81

Таблица 59

Солевой состав почвы колхоза "Коммунист" Сумгайтского района  
после промывки с применением пескования (%/мекв)\*

Глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
Песок из расчета 300 т/га								
0—10	0,386	нет	0,046 0,76	0,025 0,69	0,197 4,08	0,019 0,98	0,009 0,73	0,085 3,72
10—25	0,616	—	0,051 0,84	0,042 1,18	0,366 7,62	0,029 1,47	0,006 0,49	0,158 7,69
25—50	1,036	—	0,044 0,72	0,089 2,38	0,625 13,01	0,044 2,20	0,006 0,49	0,308 13,41
50—75	1,232	—	0,044 0,72	0,165 4,65	0,645 13,43	0,034 1,71	0,009 0,73	3,375 16,15
75—100	2,020	—	0,034 0,56	0,372 10,49	0,987 20,55	0,118 5,88	0,021 1,71	0,554 24,08
Песок из расчета 600 т/га								
0—10	0,172	нет	0,046 0,76	0,021 0,59	0,062 1,29	0,005 0,24	0,003 0,24	0,049 2,15
10—25	0,444	—	0,056 0,88	0,025 0,69	0,222 4,62	0,025 1,22	0,006 0,49	0,100 4,38
25—50	1,097	—	0,082 0,52	0,046 1,29	0,658 13,70	0,064 3,18	0,006 0,49	0,272 11,83
50—75	1,572	—	0,039 0,64	0,165 4,65	0,847 18,20	0,064 3,18	0,015 1,22	0,439 19,08
75—100	1,736	—	0,034 0,56	0,313 8,81	0,781 16,26	0,064 3,18	0,012 0,98	0,494 21,77

\* Аналитик С.И.Ахундова

Таким образом, хотя пескование и способствует некоторому рассолению почвенного профиля, существенного значения в опреснении почв оно не имеет. Увеличение содержания легкорастворимых солей в верхнем слое почвы в последние сроки промывки обусловлено диффузией солей.

Уловить какие-либо закономерности в отношении изменения содержания влаги в почвенном профиле в процессе промывки нам не удалось. Это объясняется, вероятно, достаточно высокой исходной влажностью почв, особенно нижних горизонтов (табл. 60).

### 3. Промывка почв с применением подкислителя

Этот способ промывки также осуществлялся на почвах колхоза «Коммунист» Суигайского района в двух вариантах с применением подкислителя из расчета 10 и 15 т/га. Подкислитель был предоставлен на проф. Дж. М. Гусейновым. По его данным, подкислитель содержит в себе FeSO<sub>4</sub> (42%), Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (36%), Al(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (8%), CuSO<sub>4</sub> (0,5%), MgSO<sub>4</sub> (0,3%) и органическое вещество (4,1%).

Промывка при внесении подкислителя — 10 т/га. Как явствует из представленной табл. 61, подкислитель оказывает положительное действие на рассоление

Таблица 60

## Динамика влажности почв при промывке с применением пескования и подкислителя (% к абс. сухой почве)

Глубина, см	До промывки	После			До промывки	После			
		I нормы	II нормы	III нормы		I нормы	II нормы	III нормы	
Промывка почв с применением пескования									
из расчета 300 т/га					из расчета 600 т/га				
0—10	13,7	37,3	25,4	26,5	13,7	30,0	23,3	16,3	
10—25	23,2	34,2	28,1	32,5	23,2	25,0	26,9	26,2	
25—50	26,0	31,8	29,1	30,2	26,0	27,9	27,7	29,3	
50—75	28,1	27,2	25,5	27,6	28,1	26,0	26,8	26,7	
75—100	20,3	24,0	27,1	26,7	20,3	23,5	24,4	24,6	
Промывка почв с применением подкислителя									
из расчета 10 т/га					из расчета 15 т/га				
0—10	13,7	51,1	31,6	32,4	13,7	48,8	32,6	19,4	
10—25	23,2	41,6	33,9	32,6	23,2	45,5	35,5	31,8	
25—50	26,0	35,2	33,5	27,4	26,0	33,0	33,0	30,6	
50—75	28,1	28,9	28,2	32,3	28,1	29,6	28,8	29,1	
75—100	20,3	27,1	27,7	25,7	20,0	26,4	26,9	26,6	

почвы. Уже первая промывка способствовала рассолению почв до метровой глубины. Однако во втором метровом слое солесодержание возросло.

Содержание хлора заметно снизилось до глубины 1 м. Щелочность снизилась по всей исследованной толще за исключением верхнего 10-сантиметрового слоя и горизонта 50—75 см.

Вторая промывка усилила рассоление. Соли выщелачивались из 50-сантиметрового среднего слоя почвы. Плотный остаток в этом слое, по сравнению с исходными данными, уменьшился на 50—70%. Однако наблюдалось также небольшое увеличение плотного остатка как в верхнем, так и в глубинных горизонтах почвы, что, видимо, обусловлено вымыванием солей из выщелачивающих горизонтов и их диффузией. Содержание хлора в полуметровом верхнем слое почвы продолжало уменьшаться. Отмечалось снижение содержания по всей исследованной глубине почвенного профиля.

Явное вымывание солей отмечается и при третьей промывке. В этом случае рассоление захватывает всю глубину почвы. Почва заметно отмылась от хлора в верхнем полуметровом слое. После промывки среди оставшихся солей доминирует сернокислый натрий (табл. 62).

Промывка при внесении подкислителя — 15 т/га. При этой дозе промывка давала большой эффект. Первая норма резко снизила солесодержание по плотному остатку в метровом слое почвы (почти наполовину). Во втором горизонте почвы плотный остаток особенно не изменился. Хлор был вымыт из 75-сантиметрового слоя почвы. Содержание  $\text{HCO}_3$ , как во всех предыдущих вариантах опыта, в некоторых горизонтах, особенно в верхнем 10-сантиметровом слое почвы, резко увеличивалось.

Вторая промывка способствовала продолжению рассоления в 75-сантиметровом слое почвы. Плотный остаток на глубине 75—100 см заметно повысился. По хлориону рассоление охватило метровую толщу. Щелочность заметно снизилась.

Таблица 61  
Результаты промывки почв с применением подкислителя в колхозе "Коммунист"  
Сумгайитского района (%/мекв)

Глубина, см	До промывки (4. X 1960 г.)				После I нормы (26. XI 1960 г.)				После II нормы (6. II 1961 г.)				После III нормы (3. IV 1961 г.)			
	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
0—10	0,528	нет	0,037	0,140	0,388	нет	0,072	0,034	0,400	нет	0,041	0,031	0,315	нет	0,046	0,007
10—25	0,892	•	0,076	0,155	1,180	•	0,047	0,039	0,800	•	0,059	0,017	0,684	•	0,039	0,014
25—50	2,008	•	0,061	0,292	1,614	•	0,049	0,118	1,212	•	0,089	0,053	1,036	•	0,054	0,036
50—75	2,620	•	1,00	8,22	8,22	•	0,80	3,38	8,22	•	0,64	1,78	8,22	•	0,88	1,02
75—100	2,812	•	1,049	0,554	1,448	•	0,060	0,304	1,396	0,112	0,054	0,309	1,372	•	0,049	0,213
			0,80	9,98	9,98	•	0,98	8,60	0,40	0,88	8,71	0,40	8,71	•	0,80	6,12
			0,80	0,539	2,584	•	0,035	0,498	2,816	нет	0,019	0,496	2,172	•	0,034	0,323
			0,80	15,19	15,19	•	0,58	14,02	15,19	•	0,32	13,97	15,19	•	0,56	9,11
0—10	0,528	нет	0,037	0,140	0,264	нет	0,116	0,031	0,232	нет	0,032	0,035	0,232	нет	0,041	0,007
10—25	0,892	•	0,076	0,155	0,828	•	0,065	0,038	0,684	•	0,024	0,015	0,632	•	0,015	0,014
25—50	2,008	•	0,061	0,292	0,904	•	0,109	0,107	0,740	0,024	0,063	0,051	0,731	•	0,083	0,032
50—75	2,620	•	1,00	8,22	8,22	•	1,78	3,01	8,22	0,80	1,04	1,43	8,22	•	1,36	0,89
75—100	2,812	•	0,049	0,559	1,874	•	0,076	0,553	2,588	нет	0,019	0,447	2,04	•	0,029	0,295
			0,80	15,19	15,19	•	1,24	15,19	15,19	•	0,32	13,36	15,19	•	0,48	8,32

Таблица 62

## Солевой состав почвы колхоза "Коммунист" Сумгайитского района после промывки с применением подкислителя (%/мекв)\*

Глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
Подкислитель из расчета 10 м/га								
0—10	0,315	нет	0,046	0,007	0,132	0,011	0,002	0,071
			0,76	0,20	2,87	0,56	0,19	3,08
10—25	0,684	—	0,039	0,014	0,397	0,043	0,004	0,166
			0,64	0,41	8,66	2,14	0,37	7,20
25—50	1,036	—	0,054	0,036	0,574	0,015	0,040	0,227
			0,88	1,02	11,95	0,74	3,25	9,86
50—75	1,372	—	0,049	0,213	0,704	0,087	0,008	0,436
			0,80	6,02	14,65	1,86	0,70	18,97
75—100	2,072	—	0,034	0,323	1,084	0,144	0,026	0,533
			0,56	9,11	12,56	7,21	1,86	23,16
Подкислитель из расчета 15 м/га								
0—10	0,232	—	0,041	0,007	0,086	0,025	0,009	0,039
			0,68	0,20	1,79	1,22	0,73	1,72
10—25	0,632	—	0,015	0,014	0,415	0,041	0,003	0,152
			0,24	0,40	8,64	2,21	0,24	6,61
25—50	0,731	—	0,083	0,032	0,386	0,005	0,006	0,219
			1,36	0,89	8,04	0,24	0,49	9,55
50—75	1,012	—	0,049	0,144	0,454	0,029	0,009	0,278
			0,80	4,06	9,45	1,47	0,73	12,11
75—100	2,004	—	0,029	0,295	1,020	0,108	0,021	0,517
			0,48	8,316	21,24	5,39	1,73	22,47

\* Аналитик С.И.Ахундова

Третья промывка продолжала рассоление опытной почвы. Отмечено последовательное убывание запаса солей, за исключением HCO<sub>3</sub> (см. табл. 59). Среди оставшихся после промывки солей в почвенном профиле преобладал сульфат натрия; во втором метровом слое, кроме того, обнаружился хлористый натрий.

Таким образом, подкислитель, особенно в дозе 15 м/га, оказывает положительное действие. Это позволяет рекомендовать использование больших доз подкислителя при мелиорации солончаковых почв с солонцовыми признаками.

#### 4. Промывка почв с применением гипса

Опыты по промывке почв с применением гипса проведены в трех вариантах: гипс вносился из расчета 5, 10 и 15 м/га.

Промывка при внесении 5 м/га гипса. Применение гипса способствует рассолению почвенного профиля. Первая промывания норма удалила три четверти солей. Однако во втором полуметровом слое содержание солей увеличилось достаточно заметно. Такое же явление отмечалось и в отношении хлора, количество которого в верхнем полуметровом слое уменьшилось в 4—10 раз. Заметные сдвиги наблюдаются и по содержанию бикарбонатов, содержание которых в метровой толще почвы уменьшилось примерно на 70%.

Вторая промывная норма воды способствовала дальнейшему рассолению почвы и более глубокому перемещению солей. Рассолением охватывается уже метровый слой почвы, хотя во втором полуметре резкого снижения солесодержания не произошло.

При третьей промывке наблюдалось глубокое вымывание солей (так по плотному остатку, так и по хлору). Верхний полуметровый слой оказывается практически опресненным (плотного остатка в среднем 0,25%, хлора – 0,017%).

Значительное рассоление произошло и во втором полуметровом слое, однако он не достиг пресного состояния. Для полного опреснения метровой толщи характеризуемой почвы в данном варианте, вероятно, потребуется еще одна ( $4000 \text{ м}^3/\text{га}$ ) порция промывной воды.

**Промывка при внесении 10 м/га гипса.** Промывной эффект первой нормы воды был почти таким же, какой наблюдался в первом варианте опыта. В данном случае рассолением была охвачена более мощная толща почвы (табл. 63).

Вторая промывка оказалась более эффективной. Рассоление охватило всю исследуемую толщу почвы. Солесодержание в 75-сантиметровом слое почвы уменьшилось больше, чем наполовину, запас хлора почти в три раза. Резко снизилась общая щелочность.

Третья промывка способствовала достаточно глубокому рассолению почвенного профиля. Слой 75 см оказался опресненным. Содержание хлора в нем в среднем составляло 0,027%, причем в полуметровом слое этот показатель не превышает 0,018%, что выдерживают даже чувствительные к солям растения. Плотный остаток в полуметровом слое почвы не превышает 0,3%.

**Промывка при внесении 15 м/га гипса.** В этом варианте опыта получены совершенно иные результаты. Почвы колхоза «Коммунист» Сумгайтского района после первой промывки теряют значительное количество солей. Вымытые соли выщелачивались в более глубокие слои (см. табл. 63).

В отношении хлора резкое изменение произошло только в верхнем 25-сантиметровом слое почвы: содержание его уменьшилось в 2–6 раз. В нижележащих горизонтах заметных изменений не было. По содержанию  $\text{HCO}_3$  наблюдается некоторая тенденция к увеличению.

Почвы Кюровдагского массива вели себя иначе. При подаче первой нормы воды происходил значительный вынос легкорастворимых солей на глубину до 125 см. При этом особенно большое рассоление по плотному остатку было отмечено в первом полуметровом слое. Значительное увеличение солей в верхнем 10-сантиметровом слое объясняется, видимо, внесением гипса. Большое рассоление было отмечено также во втором полуметровом слое, хотя оно и не достигло полного опреснения. Содержание хлора в первом полуметровом слое снизилось в тридцать раз, а в метровом – почти в четыре раза.

Почти такие же результаты на первом опытном участке Боздагской делювиальной равнины (табл. 64). На втором опытном участке промывка почвы первой нормой воды существенно не изменила содержания солей в почвенном профиле. В первом полуметровом слое содержание солей даже увеличилось за счет верхнего 10-сантиметрового слоя, в который был внесен гипс. Содержание хлора уменьшилось почти по всему профилю почвы, особенно в нижней его части.

Вторая норма вода вызвала продолжение вымывания легкорастворимых солей в почвенных профилях всех опытных участков. В почвах Кюровдагского массива содержание плотного остатка в 125-сантиметровом слое уменьшилось почти наполовину по сравнению с первой промывкой. Верхний полуметровой слой почвы оп

Таблица 63

## Результаты промывки с применением гипсования почв колхоза "Коммунист"

Глубина, см	До промывки (14.Х 1960 г.)			После I нормы (26. XI 1960 г.)			После II нормы (6. II 1961 г.)			После III нормы (3. IV 1961 г.)			
	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	
0-10	0,560	нет	0,070	0,159	0,398	нет	0,056	0,014	0,228	нет	0,061	0,022	0,158
10-25	1,288		0,079	0,155	0,448		0,92	0,40	0,448		1,00	0,61	0,44
25-50	1,908		0,064	0,199	1,466		0,056	0,037	0,037		0,037	0,014	0,240
50-75	1,552		0,054	0,105	5,60		0,043	0,040	0,840		0,60	0,41	нет
75-100	1,604		0,085	0,269	1,810		0,021	1,14	0,029		0,029	0,033	0,352
							0,021	0,461	1,708		0,48	0,92	0,620
							0,34	13,02	0,029		0,48	5,91	0,64
							0,089	0,459	2,240		0,027	0,350	0,46
							0,46	12,92			0,44	9,89	0,22
											0,44	9,89	0,36
												0,36	6,14
0-10	0,560	нет	0,070	0,159	0,240	нет	0,122	0,018	0,150	нет	0,037	0,014	0,198
10-25	1,288		0,079	0,155	0,688		2,00	0,51	0,546		0,60	0,41	нет
25-50	1,908		0,064	0,199	1,236		0,128	0,022	0,027		0,027	0,018	0,341
50-75	1,552		0,054	0,105	5,60		2,10	0,61	0,646		0,44	0,51	нет
75-100	1,604		0,085	0,269	1,286		0,074	0,195	0,646		0,034	0,040	0,349
							1,22	2,96	0,156		0,56	1,12	0,054
							0,078	0,293	0,838		0,032	0,145	0,654
							1,28	8,26	0,52		0,52	4,08	0,044
							0,064	0,568	1,036		0,024	0,427	0,966
							1,06	16,01	0,40		0,40	12,04	0,58
												5,94	
0-10	0,560		0,070	0,159	0,288		0,094	0,025	0,276		0,119	0,025	0,400
10-25	1,288		0,079	0,155	0,867		1,54	0,71	0,736		0,82	0,71	0,503
25-50	1,908		0,064	0,199	1,390		0,079	0,073	0,024		0,032	0,043	0,474
50-75	1,552		0,085	0,269	1,214		1,30	2,99	1,388		0,52	1,22	0,682
75-100	1,604		0,078	0,402	1,614		1,20	5,61	1,136		0,40	3,67	0,76
							0,082	0,248	1,136		0,046	0,152	4,28
							1,34	6,99	1,260		0,76	0,304	1,136
							0,077	0,402	1,260		0,048	0,80	8,57
							1,26	11,32			0,80	8,57	0,44
												5,59	

Таблица 64

## Результаты промывки с применением гипса из расчета 15 т/га (%/мекв)

Глубина, см	До промывки (16. III 1957 г.)				После I нормы (20. III 1957 г.)				После II нормы (18. IV 1957 г.)				После III нормы (28. IV 1957 г.)				
	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кироводагский массив																	
0—10	0,360	нет	0,128 2,20	0,012 0,35	0,900	нет	0,053 0,88	0,011 0,32	0,430	нет	0,021 0,36	0,007 0,20	0,350	0,003 0,10	0,064 1,05	0,007 0,20	
10—25	0,960	—	0,052 0,85	0,425 12,00	0,246	—	0,022 0,36	0,009 0,24	0,242	—	0,026 0,44	0,008 0,24	0,180	0,003 0,10	0,073 1,20	0,112 0,35	
25—50	1,400	—	0,024 0,40	0,567 16,00	0,326	—	0,022 0,36	0,013 0,38	0,294	—	0,042 0,40	0,007 0,20	0,300	0,006 0,20	0,107 1,75	0,018 0,50	
50—75	1,862	—	0,027 0,45	0,638 1,800	1,230	—	0,026 0,44	0,191 5,40	0,922	—	0,021 0,36	0,022 0,62	0,600	0,008 0,30	0,057 1,10	0,012 0,35	
75—100	2,516	—	0,021 0,35	0,573 16,17	2,242	—	0,017 0,28	0,508 14,34	1,482	—	0,021 0,36	0,202 5,40	1,420	0,006 0,20	0,064 1,05	0,014 0,40	
100—125	2,860	—	0,031 0,50	0,603 17,00	2,356	—	0,024 0,40	0,515 14,54	2,170	—	0,017 0,25	0,365 10,3	1,860	0,006 0,20	0,043 0,70	0,248 7,0	
125—150	2,276	—	0,024 0,40	0,538 18,00	2,508	—	0,022 0,36	0,660 18,04	2,624	—	0,017 0,25	0,503 14,20	2,020	0,004 0,14	0,052 0,80	0,390 11,00	
24. VI 1958 г.																	
28. IV 1958 г.																	
5. V 1958 г.																	
Парный Опытный участок Боздагской дельвинальной равнины																	
0—10	0,412	нет	0,054 0,83	0,044 1,24	0,7 50	пег	0,032 0,52	0,035 0,99	0,968	нет	0,027 0,44	0,025 0,63	0,566	—	0,082 0,52	0,007— 0,20	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Первый опытный участок Боздагской делювиальной равнины																		
0—10	0,412	нет	0,054	0,044	0,88	0,74	0,360	нет	0,054	0,035	0,216	нет	0,027	0,014	0,134	нет	0,046	0,011
10—25	0,471	—	0,059	0,071	1,99	1,99	0,240	—	0,056	0,118	0,202	—	0,027	0,014	0,170	—	0,029	0,012
25—50	1,056	—	0,057	0,123	0,851	—	0,041	0,018	0,498	—	0,024	0,018	0,234	—	0,098	0,007	0,43	0,31
50—75	0,862	—	0,041	0,167	3,47	1,330	—	0,034	0,070	0,866	—	0,029	0,042	0,428	—	1,60	0,20	
75—100	0,710	—	0,024	0,127	0,68	4,70	0,842	—	0,024	0,105	1,469	—	0,022	0,098	1,002	—	0,046	0,021
100—125	0,695	—	0,024	0,40	3,47	0,40	0,149	4,21	—	0,40	2,97	—	0,36	2,77	1,240	—	0,68	0,30
																образцы не взяты	0,081	0,032
																	0,52	2,28
Второй опытный участок Боздагской делювиальной равнины																		
0—10	0,197	нет	0,071	0,026	0,16	0,74	0,196	нет	0,037	0,013	0,164	нет	0,031	0,003	0,098	нет	0,040	0,004
10—25	0,392	—	0,05	0,043	1,55	1,23	0,286	—	0,037	0,031	0,260	—	0,034	0,013	0,152	—	0,70	0,12
25—50	0,309	0,002	0,088	0,053	0,05	1,44	1,49	0,304	0,085	0,026	0,216	—	0,085	0,026	0,210	—	0,033	0,008
50—75	0,659	нет	0,066	0,149	1,08	4,21	0,492	следы	1,40	0,74	—	1,40	0,74	0,210	—	0,55	0,24	
75—100	1,000	—	0,054	0,343	0,88	9,67	0,510	0,002	0,043	0,110	0,320	—	0,049	0,079	0,294	—	0,058	0,014
100—125	1,032	—	0,029	0,382	0,48	10,79	—	0,05	0,05	3,10	—	0,80	2,23	—	0,95	0,40		
																образцы не взяты	0,037	0,016
																	0,60	0,44
																	0,60	0,64
																	0,60	0,64
																	0,053	0,096
																	0,05	0,70
																		2,72

реснился почти полностью. По хлору опреснение охватывало уже 75-сантиметровый слой. Резко снизилась и щелочность. Ниже 125-сантиметрового слоя отмечалось постепенное нарастание плотного остатка.

Почвы первого опытного участка Боздагской делювиальной равнины после второй нормы несколько рассолились в верхнем 10-сантиметровом слое, однако в слое 10–25 см обнаруживалось некоторое увеличение засоления. В нижних горизонтах продолжалось рассоление. Из данных табл. 64 видно также, что подача второй промывной нормы воды на этом участке способствовала достаточному опреснению метрового слоя по содержанию хлора, количество которого, по сравнению с первой нормой, уменьшилось более чем в пять раз.

На втором опытном участке Боздагской делювиальной равнины вторая промывная норма повлекла за собой значительное рассоление почвенного профиля по плотному остатку. Однако в верхнем 10-сантиметровом слое плотный остаток еще превышал исходный (см. табл. 64).

Вторая промывка почв колхоза «Коммунист» Сумгаитского района ощутимых изменений не произведена. Хотя в данном случае рассоление охватывает всю исследуемую толщу, количество вымытых солей невелико, что, возможно, обусловлено искусственным внесением большого количества гипса. В то же время содержание хлора заметно уменьшилось при небольшом изменении содержания плотного остатка (см. табл. 63). Общая щелочность резко снизилась по всему профилю, что свидетельствует о положительном действии гипса.

Весьма показательны результаты третьей промывки. Плотный остаток уменьшается почти по всей глубине почвенного профиля характеризуемых объектов. Данные табл. 64 показывают, что на втором опытном участке Боздагской подгорной равнины в 125-сантиметровом слое почвы содержание солей как по плотному остатку, так и по хлору снижается ниже порога токсичности. Практическое опреснение на Кюровдагском массиве по плотному остатку обнаруживается в верхнем 75-сантиметровом, а по хлору – в метровом слое почвы.

Интересно проследить за изменением общей щелочности. Как видно из табл. 64,  $\text{HCO}_3$  содержание после промывки третьей нормой резко увеличилось не только по сравнению со второй и первой нормами воды, но и исходными данными. Особенно заметно повысилась щелочность в солонцовом горизонте (25–50 см).

Следует отметить, что после третьей нормы воды повышается не только общая щелочность, но в некоторых случаях, например, в почвах Кюровдагского массива появляются нормальные карбонаты. Поскольку в составе солей после промывок преобладает сернокислый натрий (табл. 65 и 66), можно думать, что появление нормальной соды объясняется известной реакцией Гильгардта:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4$ . В этом случае, как отмечает А. П. Розов (1936), сода не может быть опасной. Она может «вымываться из почвы так же как любая водно-растворимая соль» (Розов, 1956) и поэтому ее, почти, не будет в дальнейших вытяжках.

В последующие годы, когда опытная почва использовалась под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения  $\text{CO}_3$ -ион больше не обнаруживался. Общая щелочность также постепенно уменьшалась и в 1962 г. оказалась довольно низкой (0,002–0,052%).

Таблица 65

Солевой состав почвы после промывки с применением гипсования  
(в %/мекв)

Глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
Колхоз "Коммунист" Сумгантского района								
Гипс из расчета 5 т/га								
0—10	0,158	нет	0,027 0,44	0,013 0,37	0,063 1,32	0,019 0,99	0,011 0,93	0,005 0,21
10—25	0,240	нет	0,027 0,44	0,016 0,45	0,121 2,52	0,044 2,20	0,013 1,05	0,004 0,16
25—50	0,352	нет	0,039 0,64	0,021 0,59	0,160 3,34	0,038 1,98	0,011 0,93	0,061 2,66
50—75	0,620	нет	0,028 0,46	0,100 2,82	0,260 5,91	0,109 5,46	0,021 1,75	0,045 1,98
75—100	1,294	•	0,022 0,36	0,218 6,14	0,635 13,23	0,167 8,37	0,035 2,91	0,194 8,45
Гипс из расчета 10 т/га								
0—10	0,198	•	0,026 0,42	0,012 0,35	0,093 2,45	0,035 1,75	0,012 1,04	0,010 0,43
10—25	0,341	•	0,027 0,44	0,016 0,45	0,196 4,91	0,055 2,70	0,028 2,30	0,012 0,80
25—50	0,340	•	0,054	0,027	0,180	0,019	0,003	0,096
50—75	0,634	•	0,044 0,72	0,054 1,52	0,336 7,00	0,033 1,63	0,008 0,70	0,159 6,91
75—100	0,966	•	0,035 0,58	0,211 5,94	0,361 7,52	0,023 1,40	0,021 1,74	0,250 10,90
Гипс из расчета 15 т/га								
0—10	0,400	•	0,022 0,36	0,009 0,25	0,256 5,33	0,065 3,25	0,024 2,09	0,014 0,60
10—25	0,503	•	0,024 0,40	0,014 0,040	0,320 6,65	0,063 3,14	0,027 2,21	0,048 2,10
25—50	0,474	•	0,052	0,023	0,213	0,019	0,006	0,104
50—75	0,632	нет	0,045 0,74	0,040 1,14	0,327 6,82	0,023 1,16	0,010 0,82	0,155 6,72
75—100	1,136	•	0,027 0,44	0,198 5,59	0,554 11,54	0,133 6,63	0,031 2,55	0,193 6,39
Кюровдагский массив								
Гипс из расчета 15 т/га								
0—10	0,350	0,003 0,10	0,064 1,05	0,007 0,20	0,173 3,60	0,074 3,60	0,008 0,69	0,013 0,57
10—25	0,180	0,003 0,10	0,073 1,20	0,012 0,35	0,045 0,92	0,018 0,90	0,002 0,18	0,034 1,49
25—50	0,300	0,012 0,40	0,107 1,75	0,018 0,50	0,066 1,37	0,022 1,08	0,003 0,27	0,066 2,87
50—75	0,600	0,008 0,30	0,067 1,10	0,012 0,35	0,277 5,78	0,037 1,84	0,016 1,34	0,106 4,45
75—100	1,420	0,006 0,20	0,064 1,05	0,014 0,40	1,030 17,30	0,172 8,60	0,032 2,68	0,179 7,75
100—125	1,860	0,006 0,20	0,043 0,70	0,243 7,00	0,863 17,90	0,212 10,55	0,030 2,44	0,297 12,91
125—150	2,020	0,004 0,15	0,052 0,85	0,390 11,00	0,843 17,56	0,231 11,52	0,042 3,43	0,377 14,66

Таблица 66

Солевой режим почв Кюргасского массива после промывки с внесением  
гипса из расчета 15 т/га (в %/мекв)

Глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na + K
31. III 1959 г.								
0—10	0,227	нет	0,071 1,16	0,009 0,24	0,080 1,66	0,017 0,85	0,019 1,60	0,014 0,61
10—25	0,352	—	0,081 1,32	0,009 0,24	0,159 3,31	0,034 1,69	0,017 1,42	0,040 1,76
25—50	0,300	—	0,124 2,04	0,026 0,72	0,085 1,77	0,004 0,18	0,014 1,15	0,074 3,20
50—75	0,417	—	0,066 1,08	0,060 1,68	0,153 3,18	0,061 3,04	0,017 1,42	0,034 1,48
75—100	1,108	—	0,061 1,00	0,060 1,68	0,646 12,78	0,170 8,52	0,032 2,67	0,097 4,23
9. XI 1960 г.								
0—10	0,278	—	0,066 1,08	0,021 0,60	0,126 0,62	0,023 1,15	0,008 0,71	0,058 2,54
10—25	0,336	—	0,096 1,56	0,025 0,72	0,110 2,28	0,005 0,27	0,003 0,26	0,092 4,03
25—50	0,312	—	0,081 1,32	0,030 0,84	0,118 2,46	0,005 0,27	0,001 0,09	0,097 4,26
50—75	0,421	—	0,041 0,68	0,027 0,78	0,211 4,29	0,018 0,89	0,018 1,51	0,079 3,45
75—100	0,658	—	0,049 0,80	0,051 1,44	0,344 7,16	0,010 0,51	0,031 2,59	0,145 6,30
28.VII 1961 г.								
0—10	0,280	—	0,043 0,70	0,015 0,42	0,129 2,68	0,043 2,16	0,008 0,66	0,023 0,98
10—25	0,270	—	0,061 1,00	0,023 0,65	0,082 0,71	0,005 0,24	0,001 0,12	0,069 3,00
25—50	0,310	—	0,055 0,90	0,017 0,48	0,109 2,27	0,002 0,12	0,001 0,12	0,099 4,31
50—75	0,381	—	0,032 0,52	0,029 0,81	0,182 3,88	0,011 0,56	0,003 0,24	0,099 4,31
75—100	0,720	—	0,064 1,05	0,058 1,62	0,364 7,58	0,023 1,14	0,056 0,48	0,198 8,63
26.IV 1962 г.								
0—10	0,110	—	0,022 0,36	0,018 0,50	0,025 0,52	0,007 0,36	0,004 0,36	0,015 0,66
10—25	0,132	—	0,024 0,40	0,025 0,70	0,039 0,81	0,026 1,30	0,004 0,36	0,006 0,25
25—50	0,228	—	0,052 0,86	0,027 0,75	0,063 1,31	0,009 0,44	0,004 0,36	0,049 2,15
50—75	0,274	—	0,028 0,46	0,034 0,95	0,086 1,79	0,023 1,14	0,003 0,24	0,042 1,82
75—100	0,311	—	0,018 0,29	0,059 1,65	0,122 2,54	0,044 2,22	0,003 0,24	0,023 1,02
100—125	0,403	—	0,022 0,36	0,064 1,80	0,146 3,04	0,062 3,11	0,009 0,75	0,035 1,54

Представленные данные указывают также на то, что орошение опытных делянок способствовало не только продолжению рассоления почв, но и существенному увеличению мощности слоя, практически пригодного для развития сельскохозяйственных культур. Так, если мощность этого слоя после промывки (1957 г.) составляла 75 см, то к концу периода наблюдений (1962 г.) она увеличилась еще на полметра (см. табл. 66).

Таким образом, почвы с делювиальной формой засоления, промытые при одновременном внесении гипса, при дальнейшем освоении в орошаемом земледелии не только не подвергаются вторичному засолению, но и продолжают рассоляться.

Итак, промывка почвы с внесением гипса оказывает положительное влияние на рассоление почвенного профиля. При внесении гипса из расчета 5 т/га опресняется верхний полуметровый слой почвы, внесение же гипса из расчета 10 и 15 т/га способствует опреснению 75-сантиметрового слоя. Как показывают данные табл. 65, во всех случаях в опресненных слоях после промывки останется в основном  $\text{CaSO}_4$ , что не мешает развитию сельскохозяйственных культур.

Положительное действие гипсования на рассоление почвенного профиля обусловлено улучшением агрофизических свойств почв. Гипс, прежде всего, улучшает фильтрационные свойства почвы. Так, например, если до внесения гипса коэффициент фильтрации почв составлял 0,001–0,004 мм/сек, то после внесения он колебался в пределах 0,004–0,008 мм/сек. В свою очередь, улучшение фильтрационной способности способствовало увеличению глубины просачивания промывных вод. Если при промывке без гипса первая норма воды просочилась на глубину 62 см, то после гипсования она достигала 125 см. Это отмечалось и при последующих промывках.

Гипсование улучшило и водный режим почв. Как видно из данных табл. 67, при подаче каждой порции воды содержание влаги в почвенном профиле последовательно увеличивалось. Это особенно четко выявляется в верхних горизонтах. То же самое, хотя и в меньшей степени, происходит в самом нижнем горизонте почвы. Содержание влаги относительно невелико в вариантах с применением небольших доз гипса и возрастает там, где применялись большие дозы мелиорирующих веществ.

### 5. Промывка почв при совместном применении гипса и навоза

Промывка при внесении гипса 5 т/га и навоза 40 т/га. В этом варианте опыта получены положительные результаты. Уже первая норма воды способствовала выщелачиванию солей по всей исследованной глубине почвенного профиля. Резкое рассоление отмечается по хлору, количество которого в верхнем полуметровом слое почвы уменьшилось в среднем в три раза, а в верхнем 10-сантиметровом примерно в 12 раз. Общая щелочность несколько увеличилась.

Вторая промывка привела к резкому (более чем вдвое) уменьшению плотного остатка в полуметровом слое (табл. 68). Некоторое снижение содержания солей отмечалось также на глубине 50–75 см.

При промывке третьей нормой воды почва в 75-сантиметровом слое опреснилась почти до порога токсичности. Плотный остаток в среднем составляет 0,36%, содержание хлора – 0,03%.

В почве после завершения промывки преобладают ионы  $\text{SO}_4$  и  $\text{Ca}$ , не токсичные для сельскохозяйственных культур.

Промывка при внесении гипса – 10 м<sup>3</sup>/га и навоза – 40 м<sup>3</sup>/га. Почвы колхоза «Коммунист» Сумгайтского района в этом варианте промывалась почти так же, как и в предыдущем. Почвы Кюровдагского массива после первой нормы воды в 125-сантиметровой толще существенно опреснились. В верхнем 75-сантиметровом слое содержание солей по плотному остатку в среднем уменьшилось более, чем в три раза, а по хлору – в 16 раз (от 0,410 до 0,027%). Снизилась общая щелочность. Аналогичные данные получены на Боздагской подгорной равнине (табл. 69).

Таблица 67

Динамика влажности при промывке почвы с применением гипсования (% на абс. сухую почву)

Глубина, см	До промывки	После			
		I нормы	II нормы	III нормы	
Колхоз «Коммунист» Сумгайтского района					
5 м/га гипса					
0—10	13,7	45,8	30,7	27,0	
10—25	23,2	44,1	33,8	29,6	
25—50	26,0	32,2	33,0	31,2	
50—75	28,1	27,5	29,1	27,4	
75—100	20,4	23,1	27,4	26,8	
10 м/га гипса					
0—10	13,7	53,1	37,7	27,1	
10—25	23,2	44,4	37,8	32,5	
25—50	26,0	39,3	33,9	31,6	
50—75	28,1	28,8	31,2	28,7	
75—100	20,4	24,4	27,1	27,3	
15 м/га гипса					
0—10	13,7	51,1	32,3	29,9	
10—25	23,2	42,6	35,3	32,6	
25—50	26,0	41,3	36,6	31,5	
50—75	28,1	33,0	30,1	31,8	
75—100	20,4	24,8	27,5	28,1	
Боздагская подгорная равнина: 15 м/га гипса					
Первый опытный участок					
0—10	12,3	27,5	27,2	24,9	
10—25	10,7	28,0	32,5	30,1	
25—50	12,3	28,6	24,6	22,3	
50—75	11,2	25,6	28,8	20,6	
75—100	9,8	21,0	21,8	28,1	
100—125	9,4	20,8	19,1	25,3	
Второй опытный участок					
0—10	12,2	22,4	24,4	34,4	
10—25	27,8	33,0	33,2	40,0	
25—50	23,2	29,2	29,4	30,4	
50—75	26,0	27,9	28,0	28,0	
75—100	18,1	24,9	26,8	29,0	
100—125	14,1	15,0	15,2	28,6	

Вторая норма способствовала дальнейшему рассолению. В полуметровой толще почв Кюровдагского массива плотный остаток снизился более чем в два с половиной раза. Содержание хлора по сравнению с исходными данными уменьшилось в три с половиной раза. Слой 0—75 см по содержанию хлора опреснился практически до порога токсичности. Общая щелочность заметно снизилась до полуметровой глубины.

То же самое наблюдалось в метровом слое почв второго опытного участка и 75-сантиметровом – первого опытного участка Боздагской делювиальной равнине. Уменьшение общей щелочности на первом опытном участке Боздагской подгорной

Таблица 68

Результаты промывки почв колхоза "Коммунист" Сумгантского района после внесения гипса и навоза (%/мекв)

Глубина, см	До промывки (14. X 1960 г.)			После I нормы (24. XI 1960 г.)			После II нормы (16. II 1961 г.)			После III нормы (3. IV 1961 г.)		
	плотн. остат.	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
Гипса из расчета 5, навоза 40 мекв												
0—10	0,480	нет	0,073	0,176	0,386	нет	0,057	0,015	0,204	нет	0,046	0,022
10—25	0,704	*	0,067	0,155	0,640	*	0,089	0,054	0,363	*	0,037	0,036
25—50	1,984	*	1,10	4,36	1,636	*	1,45	1,53	0,868	*	0,60	1,02
50—75	2,220	*	0,95	7,82	0,278	1,00	0,061	0,145	0,868	*	0,032	0,054
75—100	2,272	*	0,75	9,82	0,346	1,920	*	0,073	1,524	*	0,52	1,53
Гипса из расчета 10, навоза 40 мекв												
0—10	0,528	нет	0,037	0,140	0,194	нет	0,071	0,011	0,152	нет	0,034	0,018
10—25	0,892	*	0,076	0,155	0,660	*	0,047	0,027	0,472	*	0,029	0,040
25—50	2,008	*	0,061	0,292	1,332	*	0,038	0,111	0,888	*	0,43	1,12
50—75	2,620	*	1,00	8,22	0,354	1,609	*	0,039	3,13	*	0,037	0,051
75—100	2,812	*	0,49	9,98	0,539	1,370	*	0,037	0,64	11,13	*	0,43

Результаты промывки почв с применением гипса из расчета 10 м<sup>3</sup>/га и навоза 40 м<sup>3</sup>/га (%/мекк)

Глубина, см	До промыв. и (16. III 1957 г.)				После I нормы (28. III 1957 г.)				После II нормы (13. IV 1957 г.)				После III нормы (28. IV 1957 г.)			
	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	плотн. остат.	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl
Кироводатский массив																
0—10	0,360	нет	0,128 2,20	0,012 0,55	0,360	нет	0,039 0,64	0,010 0,28	0,264	нет	0,029 0,48	0,007 0,20	0,220	0,006 0,20	0,079 1,30	0,014 0,40
10—25	0,960	*	0,052 0,85	0,425 12,00	0,348	*	0,047 0,68	0,015 0,44	0,324	*	0,039 0,64	0,007 0,20	0,240	0,006 0,20	0,073 1,20	0,012 0,35
25—50	1,400	*	0,024 0,40	0,567 16,00	0,352	*	0,022 0,36	0,014 0,40	0,328	*	0,022 0,36	0,010 0,30	0,260	0,012 0,40	0,107 1,75	0,012 0,35
50—75	1,862	*	0,027 0,45	0,638 18,00	0,408	*	0,021 0,35	0,070 2,00	0,372	*	0,029 0,48	0,049 1,40	0,340	0,018 0,60	0,116 1,90	0,025 0,70
75—100	2,516	*	0,021 0,35	0,573 16,17	1,844	*	0,019 0,32	0,287 7,96	0,968	*	0,021 0,35	0,199 8,60	0,460	0,006 0,20	0,055 0,90	0,050 1,40
100—125	2,860	*	0,031 0,50	0,603 17,00	1,310	*	0,021 0,36	0,435 12,28	1,098	*	0,026 0,44	0,326 9,26	1,380	0,006 0,20	0,058 0,95	0,315 9,80
125—150	2,276	*	0,024 0,40	0,618 18,00	2,352	*	0,017 0,28	0,453 12,80	2,198	*	0,024 0,40	0,446 12,60	1,520	0,006 0,20	0,067 1,10	0,390 11,00

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

Первый опытный участок Боздагской делювиальной равнины

0—10	0,412	нет	0,054	0,044	0,360	нет	0,054	0,035	0,216	нет	0,027	0,014	0,134	нет	0,046	0,011
10—25	0,471	*	0,059	0,071	0,240	*	0,056	0,018	0,202	*	0,027	0,014	0,170	*	0,029	0,012
25—50	1,056	*	0,057	0,123	0,851	*	0,041	0,018	0,498	*	0,024	0,018	0,234	*	0,098	0,007
50—75	0,862	*	0,041	0,167	1,330	*	0,034	0,070	0,866	*	0,029	0,042	0,428	*	0,046	0,021
75—100	0,710	*	0,024	0,127	0,842	*	0,024	0,105	1,469	*	0,022	0,098	1,002	*	0,041	0,011
100—125	0,695	*	0,024	0,149	3,47	*	0,40	2,97	*	0,36	2,77	*	1,240	*	0,032	0,081
					образцы не взяты									0,52	2,28	

Второй опытный участок Боздагской делювиальной равнины

0—10	0,197	нет	0,071	0,026	0,196	нет	0,037	0,013	0,164	нет	0,031	0,003	0,098	нет	0,040	0,004
10—25	0,392	*	0,95	0,043	0,286	*	0,037	0,031	0,260	*	0,034	0,013	0,152	*	0,70	0,12
25—50	0,399	0,002	0,088	0,053	0,304	следы	0,085	0,026	0,216	*	0,055	0,037	*	*	0,033	0,008
50—75	0,659	0,05	1,44	1,49	0,492	следы	1,40	0,74	0,438	*	1,40	0,74	0,210	*	0,55	0,24
75—100	1,000	*	0,054	0,343	0,510	0,002	0,043	0,110	0,320	*	0,037	0,032	0,294	*	0,95	0,40
100—125	1,032	*	0,88	9,67	*	0,05	0,70	3,10	*	0,80	2,23	*	0,456	0,002	0,053	0,016
					образцы не взяты									0,05	0,70	0,44

Таблица 70

## Солевой состав почвы после промывки на фоне гипса и навоза (%/мека)

Глубина, см	Плотный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K	
		1	2	3	4	5	6	7	8
Колхоз „Коммунист“ Сумгантского района									
Гипса 5 т/га + навоза 40 т/га									
0—10	0,241	нет	0,083 1,36	0,013 0,37	0,064 1,34	0,014 0,70	0,003 0,23	0,059 2,14	
10—25	0,303	—	0,059 0,96	0,015 0,42	0,145 3,02	0,052 2,61	0,021 1,75	0,001 0,04	
25—50	0,347	—	0,059 0,96	0,019 0,54	0,151 3,16	0,033 1,63	0,018 1,51	0,044 1,48	
50—75	0,574	—	0,088 1,44	0,070 1,98	0,158 3,04	0,023 1,16	0,010 0,82	0,103 4,48	
75—100	1,198	—	0,051 0,84	0,170 4,77	0,590 12,27	0,144 7,21	0,024 1,97	0,200 8,70	
Гипса 10 т/га + навоза 40 т/га									
0—10	0,212	нет	0,066 1,08	0,015 0,42	0,039 1,43	0,087 1,86	0,008 0,70	0,009 0,37	
10—25	0,388	—	0,063 1,04	0,015 0,42	0,197 4,08	0,081 4,07	0,013 1,05	0,010 0,42	
25—50	0,397	—	0,122 2,00	0,045 1,28	0,102 2,12	0,017 0,35	0,006 0,46	0,083 3,59	
50—75	0,653	—	0,051 0,84	0,096 2,72	0,297 6,18	0,137 6,86	0,020 1,63	0,029 1,25	
75—100	1,116	—	0,051 0,84	0,161 4,53	0,551 11,50	0,130 6,51	0,024 1,98	0,193 8,38	
Кюровдагский массив									
Гипса 10 т/га + навоза 40 т/га									
0—10	0,220	0,006 0,20	0,079 1,30	0,014 0,40	0,040 0,83	0,016 0,81	0,002 0,17	0,040 1,75	
10—25	0,240	0,006 0,20	0,073 1,20	0,012 0,35	0,035 0,75	0,017 0,85	0,002 0,18	0,034 1,52	
25—50	0,260	0,012 0,40	0,107 1,75	0,012 0,35	0,040 0,83	0,018 0,90	0,002 0,18	0,052 2,25	
50—75	0,340	0,018 0,60	0,116 1,90	0,025 0,70	0,060 1,30	0,020 0,99	0,005 0,38	0,072 3,13	
75—100	0,460	0,006 0,20	0,055 0,90	0,050 1,40	0,120 2,60	0,040 1,88	0,010 0,76	0,056 2,46	
100—125	1,380	0,006 0,20	0,058 0,95	0,315 9,80	0,534 11,13	0,123 6,13	0,030 2,45	0,310 18,70	
125—150	1,520	0,006 0,20	0,057 1,10	0,390 11,00	0,617 12,85	0,127 6,15	0,039 3,18	0,364 15,84	
Первый опытный участок Боздагской делювиальной равнины									
Гипса 10 т/га + навоза 40 т/га									
0—10	0,134	нет	0,046 0,76	0,011 0,30	0,037 0,76	0,009 0,48	0,006 0,48	0,019 0,82	
10—25	0,170	—	0,029 0,48	0,012 0,31	0,053 1,21	0,015 0,76	0,002 0,19	0,024 1,05	
25—50	0,234	—	0,098 1,60	0,007 0,20	0,045 0,93	0,011 0,57	0,003 0,28	0,043 1,88	

Окончание таблицы 70

1	2	3	4	5	6	7	8	9
50—75	0,422	нет	0,046 0,76	0,021 0,59	0,223 5,50	0,061 3,04	0,007 0,57	0,075 3,24
75—100	1,002	•	0,041 0,68	0,011 0,30	0,545 11,10	0,061 3,04	0,011 0,95	0,186 8,09
100—125	1,240	•	0,032 0,52	0,081 2,28	0,566 11,53	0,082 4,09	0,017 1,44	0,182 8,80
Второй опытный участок Боздагской делювиальной равнины								
0—10	0,098	нет	0,043 0,70	0,004 0,12	0,022 0,46	0,009 0,48	0,001 0,09	0,016 0,71
10—25	0,152	•	0,033 0,55	0,008 0,24	0,045 0,93	0,023 1,14	0,002 0,18	0,009 0,40
25—50	0,210	•	0,053 0,95	0,014 0,40	0,067 1,39	0,050 1,52	0,002 0,19	0,023 1,03
50—75	0,294	•	0,037 0,60	0,016 0,44	0,114 2,37	0,009 0,48	0,001 0,09	0,065 2,84
75—100	0,294	•	0,046 0,75	0,023 0,64	0,102 2,12	0,004 0,19	0,002 0,19	0,072 3,13
100—125	0,456	0,002 0,05	0,053 0,88	0,096 2,72	0,136 2,83	0,007 0,38	0,001 0,09	0,157 5,96

равнины охватило метровую толщу, а на втором опытном участке  $\text{CO}_3$ -ион был выщелочен полностью.

Третья норма привела к практически полному рассолению метрового слоя на большинстве исследованных массивов. На втором опытном участке Боздагской делювиальной равнины олеснение охватило полуметровую толщу. После завершения промывки до глубины 1,5 м преобладающее место принадлежало сульфатам натрия в калия. Почти во всех опытных участках повышалась щелочность (по сравнению с промывкой второй нормой воды), особенно в солонцеватых горизонтах. В почвах Кюровдагского массива появились даже нормальные карбонаты.

Увеличение содержания  $\text{HCO}_3$  и  $\text{CO}_3$  появление при промывке почвы третьей нормой воды объясняется следующим. В условиях применения промывной нормы воды из расчета  $8000 \text{ m}^3/\text{га}$  ( $4000+4000 \text{ m}^3/\text{га}$ ) внесенный гипс ( $10 \text{ m}/\text{га}$ ) должен был раствориться, приняв участие в процессе вытеснения натрия из поглощающего комплекса почвы. Во время осуществления третьей промывки почва была почти полностью лишена гипса. Третья норма воды, поэтому способствовала течению реакции между оставшимися солями (табл. 70)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2$ , благодаря чему образовывались  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Чтобы избежать этого явления, при промывке почв с внесением гипса и навоза необходимо будет или увеличить дозу гипса примерно на  $5 \text{ m}$  (т.е. довести ее до  $15 \text{ m}/\text{га}$ ) или же перед подачей третьей промывной нормы внести еще  $3-5 \text{ m}$  гипса для полного вытеснения поглощенного натрия и улучшения свойств почв.

Следует подчеркивать, что внесение гипса и навоза резко усиливает эффект промывки и позволяет прекратить ее после подачи второй расчетной нормы. К этому моменту верхний 75-сантиметровый слой почвы становится практически пресным.

Таблица 71

Солевой состав почвы после промывки на фоне гипса и  
навоза (%/мекв)

Глубина, см	Плагиальный остаток	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
31. III 1959 г.								
0—10	0,212	нет	0,122 2,00	0,009 0,24	0,026 0,54	0,009 0,44	0,009 0,71	0,037 1,63
10—25	0,238	—	0,115 1,88	0,021 0,60	0,035 0,73	0,009 0,44	0,008 0,63	0,049 2,14
25—50	0,331	—	0,134 2,20	0,030 0,84	0,070 1,46	0,004 0,18	0,010 0,80	0,080 3,48
50—75	0,362	—	0,063 1,04	0,036 1,00	0,153 3,18	0,016 0,80	0,026 2,13	0,053 2,29
9. XI 1960 г.								
0—10	0,246	нет	0,049 0,80	0,051 1,44	0,069 1,40	0,014 0,71	0,012 0,98	0,045 1,98
10—25	0,263	—	0,088 1,44	0,026 0,72	0,084 1,74	0,005 0,27	0,003 0,26	0,054 2,37
25—50	0,291	—	0,093 1,52	0,034 0,96	0,071 1,47	0,003 0,18	0,002 0,18	0,085 3,69
50—75	0,409	—	0,056 0,92	0,068 1,92	0,149 3,10	0,005 0,27	0,008 0,64	0,118 5,13
75—100	0,402	—	0,056 0,92	0,051 1,44	0,149 3,10	0,005 0,27	0,008 0,64	0,105 4,55
28. VII 1961 г.								
0—10	0,232	нет	0,051 0,84	0,033 0,93	0,056 1,17	0,015 0,76	0,005 0,38	0,041 1,80
10—25	0,254	—	0,061 1,00	0,040 1,14	0,053 1,10	0,002 0,09	0,003 0,29	0,072 3,15
25—50	0,311	—	0,102 1,68	0,044 1,25	0,048 0,99	0,002 0,09	0,001 0,10	0,081 3,52
50—75	0,347	—	0,049 0,80	0,046 1,31	0,125 2,60	0,002 0,09	0,008 0,64	0,091 3,97
75—100	0,640	—	0,049 0,80	0,076 2,13	0,321 6,69	0,044 2,13	0,018 1,52	0,160 6,97
26. IV 1962 г.								
0—10	0,152	нет	0,048 0,89	0,025 0,80	0,030 0,63	0,014 0,71	0,002 0,24	0,002 0,10
10—25	0,290	—	0,051 0,84	0,025 0,72	0,089 1,85	0,007 0,36	0,003 0,24	0,065 2,81
25—50	0,336	—	0,067 1,10	0,032 0,90	0,086 1,79	0,005 0,24	0,001 0,12	0,079 3,43
50—75	0,364	—	0,049 0,80	0,040 1,13	0,126 0,62	0,044 0,71	0,006 0,48	0,077 3,36
75—100	0,514	—	0,031 0,50	0,065 1,70	0,252 5,25	0,041 2,03	0,010 0,89	0,104 4,53
100—125	0,580	—	0,040 0,66	0,086 2,70	0,262 5,45	0,019 0,95	0,007 0,60	0,167 7,26

Критической величиной засоления, выше которой хлопчатник сильно угнетается, считают (Волобуев, 1947; Шошин, 1955 и др.) интервал (для слоя в 70 см) по хлор-иону - 0,43– 0,06%, по плотному остатку - 0,3–0,7–1,0%. Поскольку всходы хлопчатника более чувствительны к солям, чем взрослые растения, то промывка должна обеспечить в слое 0–20 см содержание хлора не более 0,04%, плотного остатка 0,6 - 0,7%.

Как было сказано выше, нам удалось достичь опреснения достаточного мощного слоя наших почв и снизить содержание хлора ниже порога токсичности. Это позволяет с полным основанием рекомендовать для условий делювиальных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления промывку почв с внесением гипса и навоза из расчета 8000 м<sup>3</sup>/га. В результате осуществления промывки указанной нормой воды в верхнем 75-сантиметровом слое содержание хлора резко уменьшается и не превышает в среднем 0,018% при плотном остатке 0,33%.

Изучение солевого режима почв после промывки (табл. 71) показывает отсутствие опасности реставрации засоления. Освоение опытной почвы под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения способствует дальнейшему рассолению почв и значительному увеличению мощности слоя, освобожденного от солей.

Как видно из данных табл. 71, опреснение почв по плотному остатку к концу наблюдательного периода (1962 г.) охватило уже слой до 125 см. Среднее засоление в этом слое не превышало 0,3–0,4%. Максимум засоления на глубине 100 –125 см составлял 0,58%. Характерно, что в данном случае общая щелочность к концу наблюдательного периода уменьшилась в такой степени, что не угрожала нормальному развитию сельскохозяйственных культур.

Углубленное рассоление почвенного профиля в общем отмечалось также по остальным солевым компонентам.

## 6. Интенсивность выщелачивания солевых масс

Анализируя изложенный материал, можно отметить, что в отношении солеотдачи почв с делювиальной формой засоления выявляется определенная закономерность в изменении эффективности последовательных промывных норм. Последняя, как известно, имеет тесную связь со степенью засоления промываемых почв, заключающуюся в том, что каждое поданное равное количество промывной воды в зависимости от исходного засоления не выщелачивает из почвенного профиля равного же количества солей, т.е. увеличение объема промывной воды не вызывает пропорционального вымывания солей. Уменьшение исходного содержания обуславливает уменьшение количества вымываемых солей. Следовательно, первые порции промывной воды выщелачивают из почвенного профиля в общем гораздо больше солей, чем последующие, равные им порции промывной воды.

Из табл.72 видно, что по Кюровдагскому массиву при промывке без применения химических реагентов первой нормой промывной воды из почвенной толщи вымыто 75% солей по плотному остатку, тогда как при применении второй и третьей норм из этой же почвы выщелачивалось соответственно 24,36% и 0,80% солей. Аналогичные явление обнаружено в вариантах с применением гипса и гипса совместно с навозом. Вынос солей из метровой толщи почвы первой нормой составлял

Таблица 72

## Интенсивность выщелачивания солей из матового слоя почвы при промывке в опытах по Кюргагскому массиву и Боздагской делювиальной равнине

Состав	Показатели	Исходное содержание	Промывка без применения химических мелиорантов		Промывка с применением гипса (15 т/га)		Промывка с применением гипса (40 т/га) и навоза (40 т/га)	
			после	после	после	после	после	после
Плотный остаток	Оставшееся кол-во солей	1,626* 1,419	1,306 0,320 24,36	1,202 0,104 0,80	1,159 0,003 47,94	1,012 0,407 39,81	0,674 0,338 12,25	0,570 0,104 67,90
Хлор	Выщелоченное количество % от суммы выщел. солей	0,470* 0,413**	0,380 0,090 81,75	0,361 0,019 17,57	0,355 0,006 0,68	0,146 0,267 66,75	0,049 0,097 24,95	0,013 0,036 9,60
Плотный остаток	Оставшееся кол-во солей	0,671	0,648 0,023 24,49	0,600 0,048 61,54	0,593 0,007 8,97	0,731 0,056 26,41	0,615 0,156 73,39	0,459 — 0,000
Хлор	Выщелоченное количество % от суммы выщел. солей	0,106	0,095 0,011 12,94	0,088 0,007 78,82	0,021 0,007 8,24	0,084 0,022 18,33	0,019 0,087 72,50	0,008 0,011 9,17
Плотный остаток	Оставшееся кол-во солей	0,655	0,489 0,166 58,66	0,372 0,117 41,34	0,365 — 0,000	0,602 0,053 13,84	0,436 0,162 42,30	0,268 0,297 43,86
Хлор	Выщелоченное количество % от суммы выщел. солей	0,202	0,197 0,005 3,05	0,075 0,122 74,39	0,038 0,037 22,56	0,034 0,168 89,60	0,023 0,011 5,88	0,015 0,008 4,52

\* По этому объекту в варианте опыта без применения химических мелиорантов расчеты сделаны на 12,5-сантиметровую толщину почвы.  
 \* Расчеты сделаны на метровую толщину. Этот показатель принят как исходное засоление для других вариантов опыта данного объекта.

0,407 и 0,757% по плотному остатку, или в процентах к сумме вымытых солей соответственно 47,94 и 67,90%. В связи с тем, что исходное содержание легкорастворимых солей уже уменьшилось, применение второй и особенно третьей промывных норм не вызывает существенного вымывания солей из почвенного профиля. В данном случае количество выщелоченных солей составило 39,81% при промывке второй нормой и 12,25% при промывке третьей нормой в варианте с применением гипса и соответственно 18,92 и 13,18% при промывке с применением гипса и навоза.

Сходные данные получены и при промывках других объектов. При этом отмечено, что так как почвы Боздагской делювиальной равнины в исходном состоянии имели относительно небольшое засоление, сумма вымытых солей здесь оказалась явно меньшей. Количество вымытых солей при первой промывке составляло всего лишь 0,023% по плотному остатку при исходном засолении 0,671%, т.е. около 4%, тогда как по Кюровдагскому массиву при исходном засолении 1,626% было выщелочено 0,320%, т.е. 20,18% от исходного запаса солей.

Эта зависимостью была установлено и в экспериментах В. С. Малыгина (1932) и В. Р. Волобуева (1949), В. С. Малыгин в результате своих исследований в Золотой Орде пришел к выводу, что эффективность выщелачивания солей увеличивается с увеличением степени засоления почвы. Природу этого явления В. Р. Волобуев склонен был объяснить тем, что «при малом засолении имеет место проникновение недонасыщенной солями воды, тогда как при высоком засолении большая часть воды, если не вся, идет с пределом насыщения».

Результаты наших экспериментов показали, что в характеризуемых почвах имеет место и отклонение от указанной зависимости. На первом опытном участке Боздагской делювиальной равнины вымывание основной массы солей происходит не при первой промывке, как на других объектах, а после подачи второй нормы воды. Вторая промывка вымывала солей в два раза больше, чем первая. Третья норма воды вытеснила из метровой толщи почвы мизерную долю исходного запаса солей (около 9% к сумме вымытых солей).

Несколько иная последовательность выщелачивания солей наблюдалась в вариантах с применением гипса и гипса совместно с навозом. В этих случаях последовательное увеличение промывной нормы воды вызывает пропорциональное увеличение количества выщелоченных солей (см. табл. 72). Первая промывная норма не оказала никакого влияния на выщелачивание плотного остатка. Выраженный вынос солей здесь обнаружился при подаче второй нормы воды. Причем этот вынос составил относительно небольшую величину. Основная норма солей (73,5–92,4%) вымывалась третьей нормой воды.

Отмеченное явление в относительно менее выраженной форме обнаружено и при промывке почв второго опытного участка Боздагской подгорной равнины (промывка с применением гипса).

Эти отклонения становятся понятными при рассмотрении данных по солевому составу почвы первого опытного участка. Почва в исходном состоянии характеризовалась хлоридно-сульфатно-натриевым засолением. В связи с тем, что сульфатные соли имеют относительно меньшую растворимость, при промывке без применения химических реагентов первой нормой было выщелочено гораздо меньше солей, нежели второй. Первая норма воды, помимо того, что выщелачивала из почвенного профиля определенное количество легкорастворимых солей, способствовала также растворению отно-

сительно труднорастворимых (сульфатные). Таким образом, растворенные первой нормой воды соли после подачи второй нормы легко подвергались выщелачиванию.

В вариантах с применением гипса и гипса с навозом этот процесс осложнялся тем, что почва была обогащена дополнительным количеством гипса. В данном случае преобладающая масса выщелоченных солей была приурочена к третьей промывке, когда, можно полагать, помимо почвенных солей, выщелачивался и внесенный гипс.

Сходные результаты получены и в опытах с почвами колхоза «Коммунист» Сумгайтского района (табл. 73).

Таблица 73

Интенсивность выщелачивания плотного остатка из метровой толщи при промывке почвы колхоза «Коммунист» Сумгайтского района

Показатели	Исходное содержание солей	После			Исходное содержание солей	После				
		I нормы	II нормы	III нормы		I нормы	II нормы	III нормы		
Без внесения химических мелкоразм. (без оборота пласта)										
Гипс—5 т/га										
Оставшееся кол-во солей	1,532	1,366	1,299	1,059	1,532	1,512	1,122	1,007		
Выщелоченное количество % от суммы выщелоч. солей	0,166	0,067	0,240		0,020	0,390	0,115			
	35,10	14,15	50,71		3,81	74,29	21,90			
Гипс—10 т/га										
Оставшееся кол-во солей	1,382	1,378	1,093	0,513	1,382	1,052	0,643	0,499		
Выщелоченное количество % от суммы выщелоч. солей	0,004	0,285	0,580		0,832	0,407	0,144			
	0,46	32,80	66,74		37,60	46,09	16,31			
Гипс—15 т/га и навоз—40 т/га										
Оставшееся кол-во солей	1,382	1,075	0,956	0,630	1,382	1,339	1,043	0,533		
Выщелоченное количество % от суммы выщелоч. солей	0,207	0,119	0,326		0,011	0,296	0,510			
	31,8	18,2	50,0		1,03	36,2	62,5			
Гипс—10 т/га и навоз—40 т/га										
Оставшееся кол-во солей	1,772	1,033	0,806	0,553	1,772	1,226	1,031	0,617		
Выщелоченное количество % от суммы выщелоч. солей	0,739	0,229	0,253		0,546	0,195	0,414			
	60,6	18,6	20,8		47,3	16,9	35,8			
Подкалиптиль—10 т/га										
Оставшееся кол-во солей	1,772	1,443	1,325	1,116	1,772	1,197	1,074	0,922		
Выщелоченное количество % от суммы выщелоч. солей	0,329	0,118	0,209		0,575	0,123	0,152			
	50,1	18,0	31,9		67,6	14,5	17,9			
Песок—300 т/га										
Оставшееся кол-во солей	1,532	1,163	0,956	0,848	1,532	1,021	0,903	0,726		
Выщелоченное количество % от суммы выщелоч. солей	0,369	0,267	0,108		0,511	0,118	0,177			
	53,9	30,3	15,8		63,4	14,6	22,0			
Песок—600 т/га										

Из приведенных данных следовало также, что вынос солей помимо других факторов, существенно зависит и от солевого состава промываемых почв.

Исследованиями В. С. Малыгина (1932), А. А. Шошина (1936), И. Ф. Музычук (1936), Л. П. Розова (1936), А. С. Вознесенского (1937), В. А. Ковды (1937, 1946, 1947), Д. И. Тарасова (1939), В. Р. Волобуева (1948, 1959) и других выявлено, что при промывке удаление хлоридов происходит быстрее, чем сульфатов.

Различная растворимость солей обнаруживается в опытах по промывкам на Кюровдагском массиве. Здесь, как видно из табл. 72, из метровой толщи почвенного

профиля первая промывка во всех вариантах опыта выщелачивает основную массу хлоридов (66,75–83,31%). На долю второй промывки падает небольшое их количество: 6,69–17,57% от суммы выщелоченного количества хлора. Третья норма почти не выносит хлоридов, что, очевидно, связано с тем, что к этому времени в почвенном профиле запас хлоридов практически исчерпан. Это особенно характерно для вариантов с применением гипса и гипса с навозом.

Отметим, что указанная закономерность выщелачивания хлоридов по Боздагской делювиальной равнине в некоторых случаях нарушается, что связано с особенностями солевого состава почвы.

Совершенно своеобразен ход выщелачивания хлоридов при промывке почв колхоза «Коммунист» Сумгаитского района (табл. 74). При промывке почвы без химических мелиорантов и без оборота пласта преобладающая часть выщелоченных хлоридов падала на долю второй промывной нормы воды. Меньше хлоридов было вымыто при первой промывке. Третья промывка заняла промежуточное положение.

Таблица 74

Интенсивность выщелачивания хлор-иона из метровой толщи почв колхоза «Коммунист» Сумгаитского района

Показатели	Ис- ход- ное	После			Ис- ход- ное	После				
		I нормы	II нормы	III нормы		I нормы	II нормы	III нормы		
Без химических мелиорантов										
(без оборота пласта)										
Оставшееся кол-во солей	0,272	0,244	0,153	0,104	0,272	0,186	0,169	0,132		
Выщелоченное количество		0,036	0,091	0,049		0,094	0,017	0,037		
% от суммы выщелоч. солей		20,46	51,70	27,84		63,51	11,49	25,00		
Гипс—5 т/га										
Оставшееся кол-во солей	0,237	0,202	0,122	0,074	0,237	0,219	0,149	0,064		
Выщелоченное количество		0,035	0,080	0,048		0,018	0,070	0,085		
% от суммы выщелоч. солей		21,47	43,08	29,45		10,41	40,46	49,13		
Гипс—10 т/га										
Оставшееся кол-во солей	0,237	0,189	0,132	0,057	0,272	0,190	0,172	0,057		
Выщелоченное количество		0,048	0,057	0,075		0,090	0,018	0,115		
% от суммы выщелоч. солей		26,67	31,67	41,66		40,36	8,07	51,57		
Гипс—15 т/га и навоз—40 т/га										
Оставшееся кол-во солей	0,237	0,189	0,132	0,057	0,272	0,190	0,172	0,057		
Выщелоченное количество		0,048	0,057	0,075		0,090	0,018	0,115		
% от суммы выщелоч. солей		26,67	31,67	41,66		40,36	8,07	51,57		
Гипс—10 т/га и навоз—40 т/га										
Оставшееся кол-во солей	0,296	0,179	0,160	0,075	0,296	0,234	0,171	0,076		
Выщелоченное количество		0,217	0,019	0,055		0,192	0,033	0,095		
% от суммы выщелоч. солей		67,60	5,92	26,49		30,00	10,31	29,69		
Подкислитель—15 т/га										
Оставшееся кол-во солей	0,296	0,199	0,183	0,119	0,295	0,214	0,157	0,098		
Выщелоченное количество		0,197	0,016	0,032		0,182	0,057	0,059		
% от суммы выщелоч. солей		71,65	5,80	22,55		61,07	19,13	19,80		
Песок—300 т/га										
Оставшееся кол-во солей	0,272	0,222	0,190	0,137	0,272	0,189	0,174	0,114		
Выщелоченное количество		0,080	0,032	0,053		0,091	0,015	0,060		
% от суммы выщелоч. солей		39,86	22,38	37,76		54,82	9,04	36,14		
Песок—600 т/га										

Отмеченный ход выщелачивания хлоридов можно объяснить тем, что почва в исходном состоянии в связи с солонцеватостью была трещиновата и поэтому первая промывная норма воды проходила не по всей толще почвы, а по трещинам и,

следовательно, выщелачиванию подверглись соли, накопившиеся на стенках трещин. Ко времени подачи второй нормы воды почва разбухла и впитывавшаяся вода прошла уже через всю массу почвы. Таким образом, было выщелочено большое количество хлоридов. Третьей промывка была вымыта остаточная часть хлоридов.

Промывка почвы в условиях вспашки с оборотом пласта показала обратный ход выщелачивания. В этом случае основная масса хлоридов выщелачивалась первой промывной нормой воды. Это объясняется тем, что в данном случае мы, выворачивая нижний более засоленный слой на поверхность почвы, подвергали его непосредственному воздействию промывной воды.

Аналогичный ход выщелачивания хлоридов с первыми промывками обнаружен и в варианте с применением гипса из расчета 5  $m/га$ .

Увеличение дозы гипса до 10 и 15  $m/га$  приводит к возрастанию количества выщелоченных хлоридов с каждой очередной нормой воды.

При промывке почвы с применением гипса из расчета 5  $m/га$  и навоза 40  $m/га$  преобладающая доля хлоридов падала на долю третьей промывки. Однако в этом случае хлор существенно вымывался и при первой промывке (40% от суммы вымытых солей). Аналогичный ход выщелачивания хлоридов отмечается также при промывке с применением песка из расчета 300  $m/га$ . Вынос других солевых компонентов происходит в определенной последовательности. Вслед за хлором в убывающем порядке следует из анионов  $SO_4$  и  $HCO_3$ , а из катионов  $Na + K$ ,  $Mg$ ,  $Ca$ . Этот порядок выноса наиболее четко обнаруживается в опытах на Кюровдагском массиве (табл. 75).

Весьма своеобразные результаты получены в опытах, проведенных в колхозе «Коммунист» Сумгайитского района. Здесь при промывках без применения химических мелиорантов (без оборота и с оборотом пласта) выщелачивание солевых компонентов происходило с следующей последовательности:  $Cl > Mg > Ca > SO_4 > HCO_3 > Na + K$  (табл. 73). Внесение гипса существенно изменило эту последовательность. Выщелачивание солевых компонентов происходило так:  $Cl > Na + K > HCO_3 > SO_4 > Mg > Ca$ . Добавление к внесенному гипсу навоза из расчета 40  $m/га$  увеличило выщелачивание  $SO_4$ .

Промывка с применением подкислителя и песка в разных дозах дали сходные результаты. Выщелачивание солевых компонентов в этих случаях в общем подчинялось следующей последовательности: анионы  $Cl > SO_4 > HCO_3$ , катионы  $Mg > Ca > Na + K$ .

Таким образом, из сказанного вытекает, что выщелачивание солевых компонентов при промывке происходит в соответствии с растворимостью. Применение химических мелиорантов несколько изменяет выщелачиваемость отдельных солевых компонентов. Показательно, что гипс во всех случаях способствовал резкому увеличению выщелачивания бикарбонатов. Совместное же внесение гипса с навозом увеличивало запас бикарбонатов в почве, что возможно, связано с выделением  $CO_2$  при разложении навоза.

Внесенные химические мелиоранты, в частности гипс (отдельно совместно с навозом), способствуя улучшению водопроницаемости почвы, увеличивали выщелачиваемость относительно труднорастворимых компонентов, как  $SO_4$ ,  $Ca$  и  $Mg$  (см. табл. 75).

Описанная последовательность выноса отдельных элементов, естественно, связывается и на общем изменении солевого состава при выражении его в форме солей, а также на составе остаточных солей. Из табл. 76 видно, что при промывке произошли большие изменения в содержании отдельных солей.

Интенсивность удаления солевых компонентов из метровой толщи почв при разных вариантах промывки

Таблица 75

Варианты про- мывки	Показатели	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K
Кировдагский массив								
Контроль	Исходное	0,001	0,049	0,413	0,396	0,085	0,019	0,363
Гипс из расчета 15 m/га	Оставшееся	0,006	0,076	0,013	0,278	0,065	0,012	0,080
	Вымыто, % к исх.	нет	—	96,90	30,05	23,53	36,84	77,96
Гипс—10 m/га и навоз—40 m/га	Оставшееся	0,010	0,046	0,023	0,059	0,022	0,004	0,053
	Вымыто, % к исх.	нет	6,12	94,43	85,10	73,25	78,95	85,39
Боздагская делювиальная равнина—первый опытный участок								
Контроль	Исходное	нет	0,071	0,117	0,258	0,025	0,004	0,205
Без применения химмелиорантов	Оставшееся	—	0,061	0,021	0,297	0,049	0,007	0,108
	Вымыто, % к исх.	—	14,08	72,88	—	—	—	47,32
Гипс—10 и навоз—40 m/га	Оставшееся	—	0,059	0,012	0,290	0,048	0,009	0,106
	Вымыто, % к исх.	—	16,90	89,74	—	—	—	48,29
Боздагская делювиальная равнина—второй опытный участок								
Контроль	Исходное	0,001	0,075	0,106	0,144	0,029	0,006	0,218
Без применения химмелиорантов	Оставшееся	нет	0,052	0,038	0,131	0,009	0,006	0,137
	Вымыто, % к исх.	—	30,67	64,15	9,03	68,96	0,000	35,68
Гипс—10 и навоз—40 m/га	Оставшееся	—	0,054	0,015	0,097	0,016	0,002	0,064
	Вымыто, % к исх.	—	28,00	85,85	32,64	44,83	56,67	69,95
Сиазань-Сумгайитский массив—колхоз „Коммунист“								
Контроль	Исходное	нет	0,057	0,272	0,692	0,097	0,049	0,311
Без оборота пласта	Оставшееся	—	0,047	0,049	0,487	0,053	0,009	0,278
	Вымыто, % к исх.	—	17,54	81,99	29,62	15,36	81,63	8,61
С оборотом пласта	Оставшееся	—	0,049	0,037	0,526	0,034	0,006	0,307
	Вымыто, % к исх.	—	14,03	86,40	23,98	64,95	87,76	1,28
Контроль	Исходное	—	0,074	0,237	0,573	0,073	0,023	0,322
Гипс—5 m/га	Оставшееся	—	0,029	0,048	0,269	0,075	0,018	0,363
	Вымыто, % к исх.	—	60,61	79,74	53,23	—	21,74	80,43
Гипс—10 m/га	Оставшееся	—	0,037	0,085	0,234	0,034	0,014	0,092
	Вымыто, % к исх.	—	50,00	64,13	59,16	53,42	39,13	71,43
Гипс—15 m/га	Оставшееся	—	0,034	0,075	0,334	0,061	0,014	0,091
	Вымыто, % к исх.	—	54,05	68,35	41,71	16,44	39,13	71,74
Контроль	Исходное	—	0,057	0,272	0,692	0,097	0,049	0,311
Гипс—5 и навоз—40 m/га	Оставшееся	—	0,068	0,115	0,222	0,049	0,015	0,081
	Вымыто, % к исх.	—	—	57,72	67,92	49,48	69,39	73,95
Контроль	Исходное	—	0,054	0,296	0,762	0,081	0,031	0,454
Гипс—10 и навоз—40 m/га	Оставшееся	—	0,071	0,085	0,231	0,078	0,012	0,065
	Вымыто, % к исх.	—	—	67,28	69,69	3,30	61,29	85,68
Гипс—15 и навоз—40 m/га	Оставшееся	—	0,058	0,095	0,293	0,085	0,012	0,080
	Вымыто, % к исх.	—	—	57,90	51,55	—	61,29	82,38
Подкислитель 10 m/га	Оставшееся	—	0,044	0,062	0,579	0,050	0,016	0,268
	Вымыто, % к исх.	—	8,52	79,05	24,02	38,27	48,39	40,97
Подкислитель 15 m/га	Оставшееся	—	0,043	0,059	0,472	0,042	0,010	0,241
	Вымыто, % к исх.	—	10,37	80,07	38,06	46,15	67,74	46,91
Контроль	Исходное	—	0,057	0,272	0,692	0,096	0,049	0,311
Песок—300 m/га	Оставшееся	—	0,044	0,053	0,563	0,049	0,010	0,294
	Вымыто, % к исх.	—	12,81	80,51	18,64	49,48	79,59	5,32
Песок—600 m/га	Оставшееся	—	0,041	0,060	0,514	0,044	0,008	0,258
	Вымыто, % к исх.	—	28,07	77,94	7,81	54,64	73,67	7,04

Последпромывной солевой состав почв

Таблица 76

Варианты промывки	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{NaHCO}_3$	$\text{CaSO}_4$	$\text{MgSO}_4$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{NaCl}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
Кюровдагский массив								
Исходное содерж.	0,066	нет	нет	0,235	0,092	0,231	0,726	0,005
Гипс—15 $\text{m}/\text{га}$	0,097	—	—	0,110	0,074	0,204	0,021	0,011
Гипс—15 и навоз—40 $\text{m}/\text{га}$	0,087	0,023	0,002	нет	нет	0,089	0,037	0,015
Боздагская делювиальная равнина—первый опытный участок								
Исходное содерж.	0,093	нет	нет	0,013	0,020	0,344	0,192	
Без химмелиорантов	0,080	—	—	0,082	0,037	0,236	0,034	
Гипс—10 и навоз—40 $\text{m}/\text{га}$	0,070	—	—	0,049	0,039	0,191	0,020	
Боздагская делювиальная равнина—второй опытный участок								
Исходное содерж.	0,099	—	—	0,015	0,033	0,171	0,319	0,002
Без химмелиорантов	0,018	0,015	0,041	нет	нет	0,157	0,064	
Гипс—10 и навоз—40 $\text{m}/\text{га}$	0,057	нет	нет	0,003	0,007	0,089	0,022	
Сиазань-Сумгантский массив—колхоз „Коммунист“								
Исходное содерж.	0,075	—	—	0,265	0,246	0,419	0,444	
Без оборота пласта	0,063	—	—	0,125	0,047	0,598	0,171	
С оборотом пласта	0,064	—	—	0,062	0,031	0,678	0,217	
Исходное содерж.	0,092	—	—	0,197	0,112	0,543	0,387	
Гипс—5 $\text{m}/\text{га}$	0,039	—	—	0,224	0,240	0,043	0,121	
Гипс—10 $\text{m}/\text{га}$	0,059	—	—	0,074	0,051	0,202	0,104	
Гипс—15 $\text{m}/\text{га}$	0,045	—	—	0,167	0,098	0,203	0,093	
Исходное содерж.	9,072	—	—	0,174	0,164	0,751	0,474	
Гипс—5 и навоз 40 $\text{m}/\text{га}$	0,092	—	—	0,099	0,074	0,134	0,083	
Гипс 10 и навоз 40 $\text{m}/\text{га}$	0,092	—	—	0,193	0,070	0,071	0,107	
Гипс 15 и навоз 40 $\text{m}/\text{га}$	0,078	—	—	0,224	0,071	0,114	0,125	
Подкислитель—10 $\text{m}/\text{га}$	0,059	—	—	0,123	0,064	0,656	0,194	
Подкислитель—15 $\text{m}/\text{га}$	0,057	—	—	0,095	0,047	0,541	0,161	
Исходное содерж.	0,075	—	—	0,265	0,246	0,419	0,444	
Песок—300 $\text{m}/\text{га}$	0,058	—	—	0,083	0,059	0,657	0,180	
Песок—600 $\text{m}/\text{га}$	0,054	—	—	0,125	0,041	0,608	0,186	

Из средних данных, выведенных на 24 случаев, видно, что при промывке почв делювиальной формой засоления выщелачивание солей происходит в следующей последовательности:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Это в общем соответствует установленной последовательности для других форм засоления<sup>24</sup>.

Таким образом, после промывки в почвах всех объектов наших исследований хлориды почти полностью отсутствовали, а в почве преобладал сульфатно-натриевый солевой состав. Весьма большую эффективность при промывках почв с делювиальной формой засоления показали первые порции промывной воды. С увеличением промывной нормы явно уменьшилось количество вымытых солей на единицу объема промывной воды. Выщелачивание солей происходит не прямо пропорционально количеству промывной воды, а по затухающей кривой, даже при наличии еще остаточного замет-

<sup>24</sup> В лабораторных опытах Л. П. Розова (1936) и Л. И. Тарасова (1939) отмечено, что при промывке выщелачиванию вначале подвергается  $\text{NaCl}$ , за ним следует  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  и  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgCO}_3$  выщелачивается в 10 раз медленнее, чем. Аналогичные результаты получены в полевых опытах Е. Г. Петрова (1934) и В. С. Малыгина (1932).

ного засоления (рис. 25). Наиболее резкое убывание интенсивности выщелачивания происходит при нормах свыше  $8000 \text{ м}^3/\text{га}$ . Следовательно, впервые нормы в пределах от 4000 до  $8000 \text{ м}^3/\text{га}$  являются наиболее эффективными.

Указанное явление отмечалось и в опытах А. Т. Морозова (1935), А. С. Вознесенского (1939), В. Р. Волобуева (1938), Е. Г. Петрова (1938), Д. И. Тарасова (1939) и др. Л. П. Розов (1936) и В. Р. Волобуев (1948) на этом основании делают вывод о нецелесообразности проведения промывок единовременными большими нормами.

При промывке почв с делювиальной формой засоления наиболее эффективной должна быть признана промывная норма от 4000 до  $8000 \text{ м}^3/\text{га}$ . Ее особенно следует соблюдать в случае промывки без применения химических мелиорантов, ибо при этом наиболее эффективное действие промывной воды проявляется в иссушенном состоянии почвы, когда она промывается сравнительно интенсивно. Поэтому при промывке без химических мелиорантов не следует применять единовременно большой промывной нормы. В случае надобности при недостаточном обессоливании первой промывкой повторную промывку желательно осуществлять по прошествии времени, достаточного для выравнивания минерализации почвенного раствора в межагрегатных и внутриагрегатных пространствах.

Повторная промывка может быть наиболее эффективной после нового иссушения почвы, поскольку при этом соли, заключенные во внутриагрегатном пространстве, могут в большей части выделяться на поверхности агрегатов. Поэтому для оздоровления засоленных земель делювиального происхождения без применения химических реагентов требуется длительный период мелиорации (примерно 3–5 лет). Однако и в этом случае уже после первой промывки засоленные земли можно использовать под посев солеустойчивых культур – освоителей или овощно-бахчевых, так как верхний полуметровый слой почвы существенно опресняется.

Значительное рассоление почвенного профиля, особенно верхней метровой толщи его, достигается при промывке почв с внесением подкислителя и песка. Однако наилучший эффект дает промывка почв с внесением гипса и гипса с навозом. В этих случаях тремя расчетными нормами воды метровая толща почвы опресняется

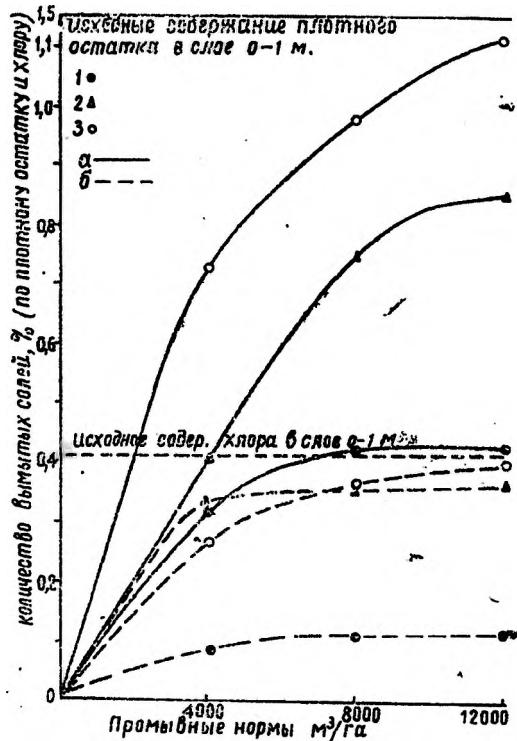


Рис. 25. Характер выщелачивания солей при промывке почв с делювиальной формой засоления (Кюровдагский массив). 1 – промывка без внесения химических мелиорантов; 2 – промывка с внесением гипса ( $15 \text{ м}^3/\text{га}$ ); 3 – промывка с совместным внесением гипса ( $10 \text{ м}^3/\text{га}$ ) и навоза ( $40 \text{ м}^3/\text{га}$ ); а – плотный остаток, б – хлор.

ся в такой степени, что там можно сеять любые сельскохозяйственные культуры.

Для выяснения достоверности данных, полученных в полевых опытах, мы произвели их статистическую обработку (табл. 77).

Таблица 77

Статистическая обработка результатов деляночных опытов по промывке почв с делювиальной формой засоленеия в условиях делювиальных равнин Азербайджана (обработка произведена по данным выщелачивания в % к исходному засолению для слоя 0-1 м)

Объекты исследования	Варианты промывки			Отклонения от среднего ( $V$ )			Квадраты отклонения, $V^2$		
	без химмелиоратов (контроль) $x_1$	гипс (15 $m^3/га$ ) $x_2$	гипс (10 $m^3/га$ ) и навоз (40 $m^3/га$ ) $x_3$	$x_1 - M_1 = v_1$	$x_2 - M_2 = v_2$	$x_3 - M_3 = v_3$	$(x_1 - M_1)^2 = v_1^2$	$(x_2 - M_2)^2 = v_2^2$	$(x_3 - M_3)^2 = v_3^2$
Кюровдагский массив	15,5	59,8	78,6	-2,7	+13,4	+12,7	7,29	179,56	162,29
Боздагская делювиальная равнина—первый опытный участок	11,6	32,6	59,6	-6,6	-13,8	-6,3	43,56	566,44	39,79
второй опытный участок	41,2	59,1	67,9	-23,0	+12,7	+2,0	529,00	161,29	4,00
Сиазань-Сумгантский массив	30,9	58,9	63,9	+12,7	+12,5	-2,0	161,29	158,25	4,00
хоз. „Коммунист“	3,3	37,1	64,6	-14,9	-9,33	-1,3	222,01	85,49	1,69
им. Нариманова	6,7	31,1	61,2	-11,5	-15,3	-4,7	182,25	233,09	22,02
им. Калинина									
$M_1 = 18,2$	$M_2 = 46,4$	$M_3 = 65,9$		$+35,7$	$+38,6$	$+14,7$	$\Sigma v_1^2 = 1118,40$	$\Sigma v_2^2 = 1385,12$	$\Sigma v_3^2 = 232,7$

$$\begin{aligned} M_1 &= 18,2 \% & D_1(M_1 - M_2) &= 28,2 \% & mD_1(D_1) &= 9,2 \% \\ M_2 &= 46,7 \% & D_2(M_2 - M_3) &= 47,7 \% & mD_2(D_2) &= 6,7 \% \\ M_3 &= 65,9 \% & D_3(M_2 - M_3) &= 19,5 \% & mD_3(D_3) &= 7,6 \% \end{aligned}$$

$$\frac{D_1}{mD_1} = 3,07; \quad \frac{D_2}{mD_2} = 7,11; \quad \frac{D_3}{mD_3} = 2,5$$

Из статистики, известно что если разность средней между вариантом опыта и контролем более чем вдвое превосходит свою ошибку, то по своей достоверности она заслуживает внимания. Поэтому в полевых и вегетационных опытах обычно довольствуются двойной ошибкой разности средних в качестве показателя достоверности суждений.

Результаты статистической обработки данных шести опытов показали, что значения  $M_2$  (средние данные для варианта промывки с внесением гипса из расчета 10  $m^3/га$ ) и  $M_3$  (средние данные для варианта промывки с внесением гипса 10 и навоза

40  $m/га$ ) более чем в 2,5–3,5 раза превышают значение  $M_1$  (промывка без внесения химических мелиорантов – контроль). При этом выявлено, что ошибка опыта ( $m_D$ ) составляет для случая промывки с внесением гипса 9,2%, а для промывки с совместным внесением гипса и навоза – 6,7%. Следовательно, разность между вариантами в несколько раз превышает свою ошибку, что подтверждает явную достоверность результатов испытываемых вариантов опытов.

Чтобы выявить достоверность двух средних мы также подсчитали значение  $t$ , которое показывает, во сколько раз разность ( $L$ ) больше своей ошибки ( $m_D$ ). Найдено, что значение  $t = D/m_D$  между вариантами контроля (промывка без внесения химических мелиорантов) и промывкой с внесением гипса составляет 2,07%, а между вариантами промывки с внесением гипса отдельно и в сочетании с навозом – 2,5%. Это указывает на то, что при применении промывки с внесением гипса отдельно и в сочетании с навозом для любых условий почв с делювиальной формой засоления соответственно в 99,4 и 99,9% случаев (по табл. 13, Соколов, 1960), можно ожидать подтверждения наших результатов.

## 7. Изменение солонцовых свойств почв

Одним из отрицательных свойств почв с делювиальной формой засоления. Как отмечено выше, является их сильная солонцеватость и связанные с ней высокая щелочность и низкая водопроницаемость. Неблагоприятные физические и физико-химические особенности характеризуемых почв обусловливаются наличием в их поглощающем комплексе большого количества обменного натрия. Отсюда, естественно, помимо удаления легкорастворимых солей, вытекает необходимость устранения причин, порождающих указанные неблагоприятные свойства.

Известно, что для устранения отрицательных свойств солонцеватых почв необходима замена избытка поглощенного натрия почвы катионами, вызывающими необратимое свертывание (коагуляцию) коллоидных частиц почвы. Наиболее доступными средствами для этого обычно считаются соли кальция (сернокислый кальций – гипс, углекислый кальций и др.), которые либо вносятся извне (гипсование и известкование солонцов), либо мобилизуются из собственных соединений почвы.

Выбор того или иного реагента для мелиорации солонцов в основном определяется химическим составом солонцовой почвы. Установлено (Антипов-Каратаев, 1953% Можейко, 1946 и др.), что вносимый извне в содовые солонцы гипс не всегда может быстро реагировать с обменно-поглощенным натрием, так как растворимость кристаллов гипса в щелочных условиях подавляется из-за образования из поверхности кристаллов «защитной» пленки из  $CaCO_3$ . Это обнаружено также в микроморфологических исследованиях И. И. Феофаровой (1953) на образцах некоторых почв Азербайджана. Исходя из этих положений, ряд исследователей как у нас (Зонн, 1937; Можейко, 1939; Антипов-Каратаев, 1953), так и за рубежом (Зигмонд, Арани, Герке, 1928; Скофилд, 1922; Рудолфс, Келли и Арани, 1928), для мелиорации содовых солонцов рекомендовали применить кислые химические реагенты (серу, серная кислота, сульфаты железа, сульфаты алюминия, «Acifer» в Венгрии). Эти вещества и продукты их превращения действуют растворяющим образом на кальциевые соединения самой почвы, а в итоге происходит вытеснение обмен-

ного натрия ионами кальция.

Как показали результаты многочисленных опытов, осуществленных у нас в Советском Союзе и за его пределами, в химической мелиорации различных видов хлоридно-сульфатных солонцов наиболее универсальным мелиорантом является гипс, внесение которого в солонцеватые почвы в условиях орошения оказывает особенно эффективное действие.

Учитывая изложенное и принимая во внимание химический состав почвы с делювиальной формой засоления, мы использовали при их промывке (из расчета 12 000  $m^3/га$ ) ряд химических мелиорантов, в том числе гипс, навоз, их сочетание, подкислитель (преимущественно содержащий сульфат железа и алюминия) и песок.

Характеристика почвы (пл. 231 Кюровдагского массива), на которой проведены опыты химической мелиорации, приведена выше (см. гл. IX). Мелиорируемая почва в исходном состоянии содержала поглощенный натрий в пределах 2,2–13,4 мэкв, что соответствовало 13–56% от емкости поглощения (по сумме). Наиболее высокое содержание обменного натрия было приурочено к подпахотному слою (10–50 см) почвы. Однако его достаточно много было и в верхнем 10-сантиметровом горизонте (9,6 мэкв, или 36,9% от суммы). Книзу содержание поглощенного натрия уменьшалось.

Содержание обменного магния сравнительно невысокое 1,3–6,9 мэкв или 4,9–24,6% от суммы.

Данные табл. 78 показывают, что осуществленные мелиоративные мероприятия (промывка на фоне глубокого рыхления без оборота пласта) без применения гипса способствовала значительному увеличению содержания обменного натрия. Отмечалось резкое увеличение содержания обменного магния. По остальным горизонтам получены пестрые результаты: здесь наблюдалась тенденция то к уменьшению, то к увеличению обменных катионов и емкости поглощения.

Значительное повышение солонцеватости верхнего горизонта указывает на то, что промывка солонца-солончака без применения гипса не освобождает почву от излишнего количества обменного натрия. Как мы уже говорили, почва в процессе промывки без химических мелиорантов не только не опреснялась в верхнем слое, а наоборот, засолялась, что при явно сульфатно-натриевом составе солей вело к солонцеванию.

Данные по фильтрационным свойствам почвы, определенным на аппарате Оствальда (см. табл. 78), свидетельствуют, что в исходном состоянии этот показатель был очень низким. Высокая фильтрация отмечалась лишь в верхнем 10-сантиметровом горизонте. В нижележащих горизонтах она была низкой. Промывка без применения химических мелиорантов уменьшила фильтрацию более наполовину в верхнем 10-сантиметровом слое почвы. Некоторое снижение наблюдалось и на глубине 10–50 см.

Промывка на фоне гипсования и глубокого рыхления без оборота пласта дала совершенно другие результаты (табл. 79). Она способствовало резкому уменьшению абсолютного содержания обменного натрия и увеличению обменного кальция и магния. В пахотном слое за период исследования отмечалось последовательное уменьшение абсолютного содержания обменного натрия от 9,6 до 2,1 мэкв в верхнем 10-сантиметровом горизонте и от 13,4 до 5,1 мэкв в горизонте 10–25 см. Существенное уменьшение (на 3,4 мэкв) отмечалось и на глубине 25–50 см. В слое 50–75 см в начале наблюдалось некоторое уменьшение количества обменного натрия, однако в последующие два года оно вновь возросло.

Таблица 78

## Динамика поглощенных катионов и фильтрационной способности при мелиорации почв без применения химических мелиорантов\*

Поглощенные катионы		Дата взятия образца	Глубина, см		
			0—10	10—25	25—50
мэкв	Na	Исходный 31.III 1959 г. 9.XI 1960 г. 28.VII 1961 г.	9,57 — 12,35 12,80	13,39 9,40 12,39 13,40	12,70 15,70 16,30 16,40
	Mg	Исходный 31.III 1959 г. 9.XI 1960 г. 28.VII 1961 г.	1,27 4,19 3,29 3,42	3,24 4,87 4,09 4,18	6,41 4,83 3,99 4,18
	Ca	Исходный 31.III 1959 г. 9.XI 1960 г. 28.VII 1961 г.	15,31 7,63 8,33 8,60	7,34 5,94 5,29 6,85	6,94 6,94 5,25 6,38
		Исходный 31.III 1959 г. 9.XI 1960 г. 28.VII 1961 г.	26,15 — 23,97 24,82	23,97 20,20 21,73 24,43	26,05 27,76 26,14 26,96
Емкость поглощения (сумма), мэкв					
мэкв	Na	Исходный 31.III 1959 г. 9.XI 1960 г. 28.VII 1961 г.	36,59 — 51,52 51,57	55,86 46,53 56,83 54,73	48,76 56,56 65,06 60,84
	Mg	Исходный 31.III 1959 г. 9.XI 1960 г. 28.VII 1961 г.	4,86 — 13,73 13,78	13,52 24,11 18,83 16,24	24,60 17,40 15,00 15,50
	Ca	Исходный 31.III 1959 г. 9.XI 1960 г. 28.VII 1961 г.	58,55 — 34,75 34,65	30,62 29,36 24,34 24,97	26,64 26,04 28,94 23,66
		Исходный 31.III 1959 г. 9.XI 1960 г.	35,5 14,7 14,0	2,1 1,3 1,2	1,5 1,2 1,0
Фильтрационная способность почв, см <sup>3</sup> /30 мин					

\* Аналитик О.И.Кесарев

Относительное содержание поглощенного натрия в слое 0—10 см уменьшилось до 8,4% (против 36,6% в исходной почве), т.е. почва стала слабо солонцеватой. Явное уменьшение относительного содержания обменного натрия произошло в слое 10—25 см (от 55,9 до 21,8%). Из табл. 79 видно, что относительное содержание обменных кальция и магния за период исследования в пахотном слое гипсованных почв увеличивалось соответственно с 58,55 и 4,86% до 79,63 и 11,98% для глубины 0—10 см и с 30,62 и 13,52% до 57,64 и 20,58% для глубины 10—25 см. Увеличение относительного содержания обменного кальция отмечалось и на глубине 25—50 см. Содержание обменного магния в первые два года заметно уменьшилось, однако в последующие годы выявился обратный процесс, хотя и не очень выраженный.

Внесение гипса положительно сказалось и на фильтрационной способности почвы. Как видно из данных табл. 79, этот показатель увеличился в несколько раз. В наиболее осолонцеванных горизонтах (10—50 см) он увеличивается в 8—13 раз.

Таблица 79

## Динамика поглощенных катионов и фильтрационной способности при промывке почв с внесением гипса (из расчета 15 м/га)\*

Поглощенные катионы	Дата взятия образца	Глубина, см				
		0-10	10-25	25-50	50-75	
МЭКВ	Na	Исходный	9,57	13,99	12,70	2,12
		31.III 1959 г.	7,20	11,00	12,85	2,13
		9.XI 1960 г.	5,86	6,72	11,78	2,11
		28.VII 1961 г.	3,74	6,00	10,42	2,74
		26.IV 1962 г.	2,12	5,12	9,39	3,27
	Mg	Исходный	1,27	3,24	6,41	2,99
		31.III 1959 г.	2,18	3,64	5,72	2,21
		9.XI 1960 г.	2,94	4,65	4,30	2,36
		28.VII 1961 г.	3,02	4,70	4,96	3,21
		26.IV 1962 г.	3,03	4,84	5,72	4,36
Емкость поглощения (сумма), мэкв	Ca	Исходный	15,31	7,34	6,94	11,09
		31.III 1959 г.	16,78	7,69	6,91	14,93
		9.XI 1960 г.	18,95	10,90	8,70	10,47
		28.VII 1961 г.	19,34	11,36	9,01	11,81
		26.IV 1962 г.	20,13	13,55	9,33	10,91
	Na	Исходный	26,15	23,97	26,05	16,25
		31.III 1959 г.	26,16	22,33	25,48	19,27
		9.XI 1960 г.	27,75	22,27	24,78	14,94
		28.VII 1961 г.	26,10	22,06	24,39	17,76
		26.IV 1962 г.	25,28	23,51	23,35	18,54
% от суммы	Na	Исходный	36,59	55,86	48,76	13,35
		31.III 1959 г.	27,49	49,26	59,43	11,05
		9.XI 1960 г.	21,11	30,18	47,54	14,13
		28.VII 1961 г.	14,33	27,20	42,72	15,43
		26.IV 1962 г.	8,39	21,78	38,99	17,64
	Mg	Исходный	4,86	13,52	24,60	18,40
		31.III 1959 г.	8,37	16,30	20,68	11,47
		9.XI 1960 г.	10,51	20,88	17,35	15,80
		28.VII 1961 г.	11,57	21,31	20,34	18,08
		26.IV 1962 г.	11,98	20,58	23,98	23,52
Фильтрационная способность, см <sup>3</sup> /30 мин	Ca	Исходный	58,55	30,62	26,64	68,25
		31.III 1959 г.	64,14	34,44	27,12	77,48
		9.XI 1960 г.	68,30	48,94	35,11	70,07
		28.VII 1961 г.	74,10	51,43	36,94	66,49
		26.IV 1962 г.	79,63	57,64	39,13	58,84

Опыты с применением гипса (10 м/га) в сочетании с навозом (40 м/га) дали результаты, довольно близкие к результатам применения только гипса. Абсолютное содержание обменного натрия в первых трех горизонтах соответственно уменьшилось с 9,57; 13,39; 12,70 мэкв до 3,04; 3,81; 7,61 мэкв. В слое 50-75 см оно увеличилось с 2,17 до 5,56 мэкв.

Несмотря на то, что доза внесенного гипса была несколько ниже (на 5 м/га), установлено значительное увеличение содержания обменного кальция по сравнению с предыдущим вариантом. Это, вероятно, связано с внесением в почву большого

количества органики, способствовавшей продуцированию  $\text{CO}_2$  и вхождению кальция в поглощающий комплекс. В этом варианте опыта уменьшение абсолютного содержания обменного натрия и увеличение обменного кальция происходит довольно резко с первого же года мелиорации (табл. 80). В последующие годы исследования изменения происходили очень медленно. Улучшение фильтрационной способности почв также подтверждало, что гипсование в сочетании с унавоживанием является одним из лучших приемов мелиорации солонцовых почв.

Таким образом, внесение в солонец-солончак (при делювиальной форме засоления) гипса в сочетании с органическими удобрениями на фоне промывки способствует большому воздействию на поглощающий комплекс почвы. И если даже солонец не превращается в полностью рассолонцовавшую почву, степень солонцеватости ее резко снижается, особенно в верхнем полуметровом слое. В то же время промывка солонца-солончака без применения химических мелиорантов увеличивает степень солонцеватости и ухудшает физические свойства почв.

## **8. Влияние мелиорации на условия роста сельскохозяйственных культур**

Результаты полевых деляночных опытов были уточнены и с помощью урожайных данных. Чтобы полнее выявить значение мелиорации в повышении урожайности, мы при посеве культур в первый год освоения удобрения не применяли. В последующие же годы были применены навоз ( $10 \text{ т/га}$ ),  $\text{N}_{90}$  (аммиачная селитра) и  $\text{P}_{90}$  (суперфосфат). Подкормка давалась перед бутонизацией.

Посев хлопчатника произведен по арату. Перед посевом почва была ископана на глубину 25 см. Посев хлопчатника произведена 4 мая 1962 г. квадратно-гнездовым способом с междурядьями 50x50 см. Первые исходы появились 11 мая. Последовательность появления всходов была следующая: делянки с применением гипса и навоза, гипса, без применения химических мелиорантов и контроль. Дружные всходы получены на делянках с внесением гипса и гипса в сочетании с навозом.

На делянках без мелиорантов и в контроле пришлось произвести пересев. На контрольной делянке образовалась очень плотная корка, которая наблюдалась и на делянках, где при промывке не применялись химические мелиоранты. Поливы (по  $700 - 800 \text{ м}^3/\text{га}$ ) хлопчатника производились четыре раза в следующие сроки: 24 мая, 6 июня, 6 июля и 4 августа. После каждого полива по мере полевой спелости почвы поверхность делянок разрыхлялась.

В конце мая растения имели угнетенный вид: более развитый вид был только у растений на делянке, где были внесены гипс и навоз. В период бутонизации (в июне) растения имели довольно развитый облик. Корни растений развивались до глубины 25–30 см. Высота растений и количество листьев в среднем составляли: на контрольной делянке – 5 см и 4 листа; на делянках без применения химических мелиорантов – 9 см и 6 листьев. На растениях, развивающихся на делянках с применением гипса, было по 1–3 бутона, на фоне гипса и навоза – по 4–6 бутона.

В период цветения рост растений на контрольной делянке составлял в среднем 20–21 см, на каждом растении имелось по 4–5 веток. Некоторые кусты пожелтели и потеряли нижние листья.

Таблица 80

Динамика поглощенных катионов и фильтрационной способности при промывке почв с внесением гипса (10 т/га) и навоза (40 т/га)\*

Поглощенные катионы	Дата взятия образца	Глубина, см			
		0—0	10—25	25—50	50—75
МЭКВ	Исходный	9,57	13,39	12,70	2,17
	31.III 1959 г.	3,81	5,56	8,58	3,29
	9.XI 1960 г.	—	—	—	—
	28.VII 1961 г.	3,74	4,51	8,02	7,14
	26.IV 1962 г.	3,04	3,81	7,61	5,56
	Исходный	1,37	3,24	6,41	2,99
	31.III 1959 г.	3,59	5,79	3,31	2,02
	9.XI 1960 г.	—	—	—	—
	28.VII 1961 г.	3,12	4,95	3,95	3,94
	26.IV 1962 г.	3,12	3,93	3,10	3,68
	Исходный	15,31	7,34	6,94	11,09
	31.III 1959 г.	20,31	12,71	8,16	13,04
Емкость поглощения (сумма), мЭКВ	9.XI 1960 г.	—	—	—	—
	28.VII 1961 г.	18,60	11,92	6,76	7,54
	26.IV 1962 г.	17,36	10,55	8,37	8,68
	Исходный	26,15	23,97	26,05	16,25
	31.III 1959 г.	27,71	24,06	20,05	18,35
% от суммы	9.XI 1960 г.	—	—	—	—
	28.VII 1961 г.	26,46	21,38	18,73	18,62
	26.IV 1962 г.	28,62	17,79	19,08	17,92
	Исходный	36,59	55,86	48,76	13,54
	31.III 1959 г.	13,63	23,11	42,79	17,94
	9.XI 1960 г.	—	—	—	—
	28.VII 1961 г.	14,13	21,09	42,83	38,35
	26.IV 1962 г.	12,87	21,42	39,83	31,02
	Исходный	4,86	13,52	24,60	18,40
	31.III 1959 г.	12,98	24,66	16,50	11,00
	9.XI 1960 г.	—	—	—	—
	28.VII 1961 г.	11,79	23,16	21,08	21,16
	26.IV 1962 г.	13,64	19,28	16,24	20,54
Фильтрационная способность, см <sup>3</sup> /30 мин	Исходный	58,55	30,62	26,64	68,25
	31.III 1959 г.	73,39	52,83	40,79	71,06
	9.XI 1960 г.	—	—	—	—
	28.VII 1961 г.	74,08	55,75	36,09	40,49
	26.IV 1962 г.	73,49	59,30	43,88	43,44

На делянках без применения химических мелиорантов растения слабо отличались от растений контрольной делянки. Высота их колебалась в пределах 20–28 см. На каждом растении было 6–7 веток и 1–2 цветка. Там, где применялся гипс, хлопчатник развивался хорошо. Высота растения доходила до 38–40 см, на каждом развивалось по 10–13 веток и 7–10 цветков.

Лучшее развитие хлопчатника отмечалось на делянке, где были применены гипс и навоз. Здесь рост растения превышал 50 см, а количество веток доходило до 20–22. На каждом кустике имелось до 20 цветков и несколько мелких коробочек.

К концу вегетационного периода рост хлопчатника достигал на контрольной делянке 25–28 см; на делянках без применения химических мелиорантов – 37–40 см, на делянке с применением гипса – 49–51 см, на делянке с применением гипса и навоза – 70–75 см.

Как видно из данных табл. 81, урожайность хлопчатника на контрольной делянке составляла 103 г на 10 м<sup>2</sup> площади, что в пересчете на 1 га составляет 1,03 ц. Низкие урожаи получены и на делянках, где не применялись химические мелиоранты.

Неплохие результаты получены в варианте с применением гипса (более чем в семь раз выше, чем в контроле).

Весьма показательные данные получены на делянке с применением гипса и навоза. Здесь урожайность хлопчатника составляет 13,06 ц/га.

После снятия гузапаи (в декабре 1962 г.) был посажен горох кормовой (сорт АзНИХИ-1508). Посев произведен квадратным способом (25x25 см). Растения поливались один раз (в начале апреля). В первый год удобрения не вносились. Дружные всходы получены во всех вариантах опыта за исключением контрольной делянки. В связи с этим на контрольной делянке произведен пересев.

В первый период роста растения выглядели во всех вариантах опыта почти одинаково. Однако через два месяца растения на контрольной делянке и на делянке без применения химических мелиорантов были значительно ниже, чем в вариантах с применением гипса. Особенно выделялись своим быстрым и мощным развитием растения на делянке, где применился гипс в сочетании с навозом.

На контроле растения развивались очень медленно. К моменту появления цветов (30 апреля) они имели высоту всего лишь до 22–25 см.

Таблица 81  
Урожай хлопка-сырца и гороха кормового (на зеленую массу) в опытах  
по изучению мелиорации почв с делювиальной формой засоления (ц/га)/(кг/10м<sup>3</sup>)

Вариант опыта	Хлопок		Горох кормовой	
	I год освоения (без удобрения)	II год освоения (с применением удобрения)	I год освоения (без удобрения)	II год освоения (с применением удобрения)
Контроль (исходная почва)	1,03 0,103	4,98 0,498	13,28 1,328	23,87 2,387
Промывка почв без применения химических мелиорантов (на фоне дрены)	3,05 0,305	16,72 1,672	35,71 3,571	74,18 7,418
То же (в отсутствии дрены)	5,94 0,594	18,89 1,889	37,47 3,747	79,91 7,991
Промывка почв с применением гипса (15 т/га)	7,62 0,762	22,08 2,208	74,18 7,418	143,08 14,302
Промывка почв с применением гипса (10 т/га) и навоза (40 т/га)	13,06 1,306	25,31 2,531	108,34 10,834	185,36 18,526

На делянках без химических мелиорантов высота растений к моменту укоса составляла 35–38 см против 26–27 см на контроле. Первые цветы обнаружены 26 апреля.

На гипсованной делянке растения развивались очень бурно. В момент укоса они имели толстые, сочные стебли с многочисленными разветвлениями и широкие мясистые листья. Высота растений к первому мая доходила до 86–89 см. Цветение началось 21 апреля.

Наилучшими оказались растения из варианта промывки с применением гипса и навоза. В момент укоса их высота составляла 125–127 см (рис. 34). Растения развивались мощно не только в длину, но и в ширину. Повсеместное цветение началось 17 апреля.

В связи с тем, что на опытных делянках предстояло провести повторный посев хлопчатника, мы не дождались полного завершения вегетации гороха. Укос был произведен 1 мая.

Обнаружено, что наибольший урожай, порядка 74–108 ц/га, получен в вариантах опыта с применением гипса и гипса-навоза (см. табл. 81). Варианты опыта без применения химических мелиорантов, как и контроль, дали низкий урожай.

Следует отметить, что горох оставил в почве значительное количество корневых остатков. Главная часть корней была распределена в слое 0–25 см. Раскопка заранее подготовленной ямы<sup>25</sup> показала, что корни растения в почве распределены в столь переплетенном виде, что отличить корни одного растения от другого была невозможна.

Такой характер развития корневой системы растения способствовал улучшению структуры почвы. После укоса гороха делянок были вскопаны и при этом обнаружена из комковатая структура. На этой почве был произведен посев хлопчатника (4 мая) и гороха (25 декабря 1963 г.)

Как показывают данные табл. 81, применение удобрения резко сказалось на урожае испытываемых культур. Урожайность хлопчатника, по сравнению с первым годом освоения (без применения удобрений) во всех вариантах опыта увеличилась в среднем более чем в два раза. Особенно резкий скачок отмечен в тех вариантах опыта, которые в первый год дали низкие урожаи хлопчатника. Так, на контроле сбор хлопка-сырца по сравнению с первым годом освоения увеличился почти в пять раз, хотя абсолютное его значение оставалось довольно низким.

Существенно увеличился сбор хлопка в остальных вариантах опыта. Применение удобрений значительно увеличило производительность мелиорированной почвы в отношении гороха кормового.

Таким образом, результаты полевых деляночных опытов показывают, что почвы делювиальных равнин Азербайджана в естественном состоянии, без мелиоративного вмешательства, в связи с наличием в них большого количества легкорастворимых солей и высокой солонцеватостью непригодны для развития культурных растений. Применение соответствующих мелиоративных мероприятий, приводя к удалению вредных водо-растворимых солей из корнеобитаемого слоя и снижению со-

<sup>25</sup> У края делянки (у валика) выкопана яма глубиной 1 м, внутренняя стена которой имела уклон к делянке. Эта стена ямы покрывалась целлофаном, и яма наполнялась внутри почвой.

держания поглощенного натрия и щелочности почв, способствует резкому повышению урожайности испытываемых культур. Наилучшие результаты дает применение химических мелиорантов (гипс отдельно и в сочетании с навозом). Растения в вариантах с промывкой без применения химических мелиорантов дают сравнительно низкие урожаи.

Удобрения (навоз 10 *m*, азот в виде аммиачной селитры – 90 *кг*, фосфор в виде суперфосфата – 90 *кг* на 1 *га*) существенным образом увеличивают производительность мелиорированной почвы. Урожайность хлопчатника по сравнению с первым годом освоения (без удобрения) увеличилась почти в три раза, что указывает на явную отзывчивость к удобрению хлопчатника на промытых почвах.

## ГЛАВА XI

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПО РАССОЛЕНИЮ ПОЧВ

Чтобы выявить интенсивность опреснения засоленных почв делювиального происхождения в условиях производственного освоения при наличии дренажной сети и проведения промывок, мы осуществили повторные солевые съемки. Объектом исследования были выбраны земли делювиальных склонов Мильской подгорной равнины, частью освоенные под орошающее земледелие.

На территории Мильской степи в прошлом осуществлен ряд почвенных и почвенно-мелиоративных исследований (Захаров, 1912; Калинин, 1914; Ножин, 1929; Преображенский, 1946; Волобуев, 1953; Ковда, Егоров, Морозов, Лебедев, 1954; Захарына, 1958; Абдуев, 1960; Муратова, 1962 и др.)

В 1930 г. в пределах Мильской подгорной равнины была сооружена оросительная система им. Орджоникидзе. Почвенно-мелиоративные особенности этой территории, по заключению С. А. Захарова и Л. Л. Ножина, до строительства этой системы были благоприятными. По мнению этих авторов, для земель, расположенных выше горизонтали 50 м, процессы вторичного засоления почв при правильном орошении не должны были иметь места. Для земель же ниже горизонтали 50 м орошение рекомендовалось только при условии устройства хорошей сбросной сети. Почвы этой части массива с тяжелым механическим составом и сильным засолением считалось необходимым предварительно промыть.

Спустя 8 лет после строительства оросительной системы им. Орджоникидзе на территории последней появились признаки сильного вторичного засоления почв. Причина этого явления заключалась в подъеме уровня грунтовых вод вследствие фильтрации поливной воды из каналов и в передвижении с грунтовыми водами легкорастворимых солей из нижних более засоленных почвенных горизонтов к поверхности (Преображенский, Угрехелидзе, Давидюк, Прозорович, Аристов, 1939–1954 гг.)

Ход перемещения легкорастворимых солей в почвах и грунтовых водах в условиях оросительной системы им. Орджоникидзе за период после строительства до 1953 г. охарактеризован в работе В. С. Муратовой (1962 г.). Период же после 1953 г. остался неосвещенным.

С целью изучения перемещения солей в почвогрунтах и грунтовых водах после 1953 г. в программу настоящей работы было включено выявление динамики засоленных площадей в пределах названной системы. Чтобы получить более полное представ-

ление об изменении в освоении засоленности почв, мы считали целесообразным для повторной солевой съемки выбрать такие участки, которые были бы наиболее засоленными в исходном состоянии. С этой целью с 1960 и 1963 гг. нами на территории между шестым и седьмым водораспределителями (со стороны Каркачая пятая и шестая клетки полностью) на площади 6120 га осуществлена повторная солевая съемка в масштабе 1:10000. Предыдущая съемка выполнена П. М. Сухманевым в 1951 г.

## 1. ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ И МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГРУНТОВЫХ ВОД

Рассмотрение многолетних данных показывает, что за истекший период (после строительства канала в коллекторно-дренажной сети) на территории оросительной системы им. Орджоникидзе в условиях орошаемой части Мильской степи, в частности на исследованном нами массиве, в отношении глубины грунтовых вод произошли большие изменения.

Обобщенные данные по изменению средних глубин залегания грунтовых вод в пределах оросительной системы им. Орджоникидзе приводятся в работе В. С. Муратовой (1962). Для характеристики динамики уровня грунтовых вод по изученным пятой и шестой клеткам отмеченной системы за прошлые годы мы пользуемся данными из этих материалов. Уровень грунтовых вод в 1926—1929 гг. (до орошения) был весьма неодинаковым в разных частях исследованной территории и колебался в пределах 13,4—9,8 м (табл. 82). Средняя глубина грунтовых вод по клеткам равнялась 13,4—10,4 м. Спустя примерно двадцать лет, к 1946—1949 гг. произошел резкий подъем уровня этих вод.

В этот период их средний уровень по исследованному массиву был 2,1 м.

Таблица 82  
Усредненные глубины залегания грунтовых вод в пределах пятой и шестой клеток оросительной системы им. Орджоникидзе (м)

Районы действия водораспределителей	1926—1929 гг.				1939—1940 гг.				1946—1949 гг.			1953 г.		
	части склона			в целом	части склона			в целом	части склона			в целом		
	верх- няя	сред- няя	ниж- няя		верх- няя	сред- няя	ниж- няя		верх- няя	сред- няя	ниж- няя			
	в	целом	в		в	целом	в		в	целом	в			
6 (VI клетка)	13,4	13,4	—	13,4	9,5	10,1	7,5	9,0	2,1	2,6	2,8	—	2,7	
7 (V клетка)	11,8	10,5	9,8	10,4	12	—	—	—	2,1	3,6	1,7	2,5	2,3	

Согласно В. С. Муратовой, уровень грунтовых вод по системе в целом и в частности по территории пятой клетки в 1953 г. несколько снизился. Средняя глубина грунтовых вод в этот период по исследованной нами территории оказалась равной 2,3—2,7 м. Отмеченное снижение уровня грунтовых вод В. С. Муратова объясняла действием дренажной сети, сооруженной на системе в 1951—1952 г.

Составленная нами карта глубины залегания грунтовых вод (рис. 35, 8) позволяет заметить, что площади с высоким уровнем грунтовых вод в основном приурочены к водораспределителю. По мере удаления от распределителя уровень грунтовых вод за

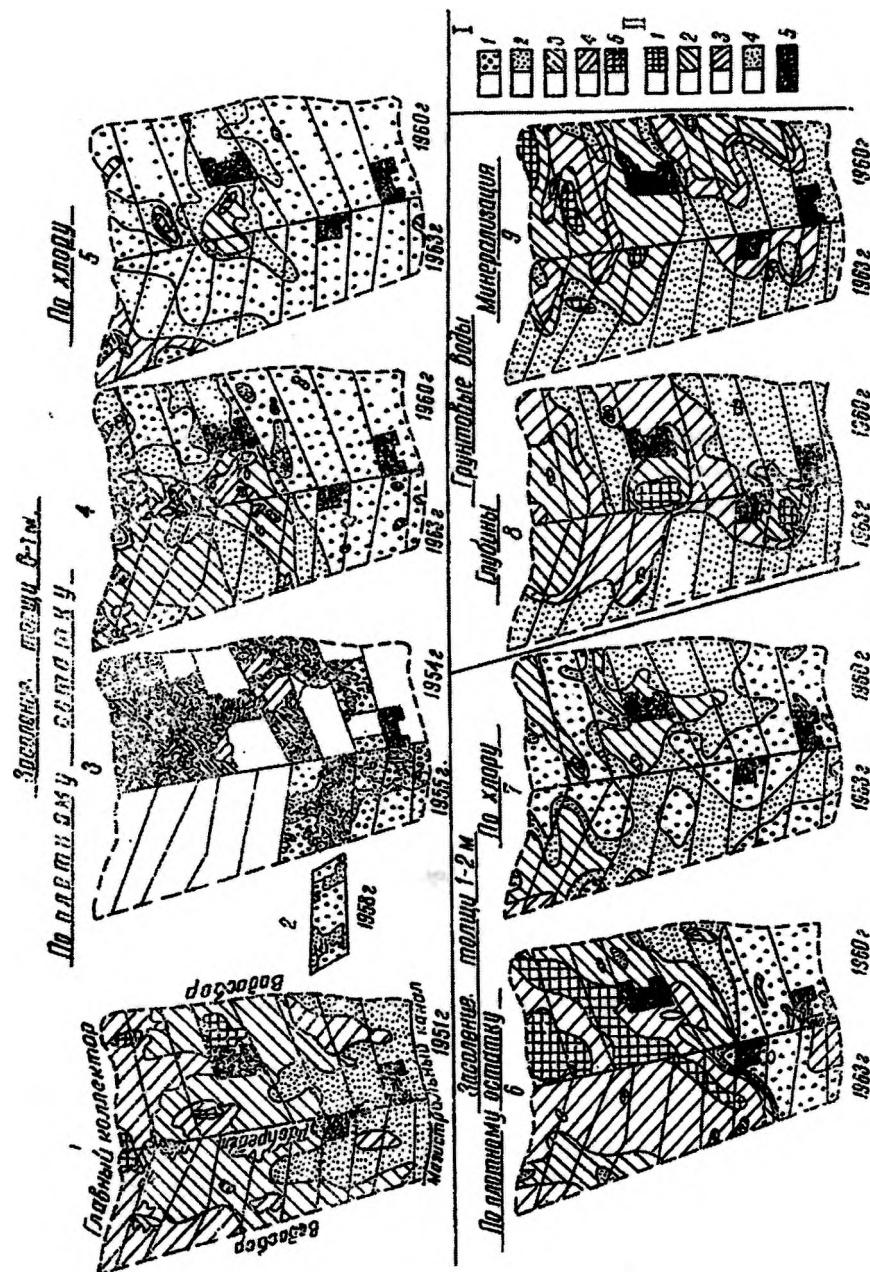


Рис. 26. Динамика засоленных площадей: 1—засоление почвы (по погодному остатку) и хлору соответственно %); 1—<0,25 и 0,02; 2—0,25—0,05 и 0,02—0,05; 3—0,50—1,0 и 0,05—0,1; 4—1,0—2,0 и 0,1—0,2; 5—>2,0 и >0,2. II — грунтовые воды (затоплены, м и минерализация, г/л соответственно). 1—<1,0 и >2; 2—1,0—1,5 и 10—20; 3—1,5—2,0 и 5—10, 4—>2,0 и <5; 5—населенные пункты.

метно снижается. Значительно глубже залегают грунтовые воды на территории, прилегающей к водосбору. Это указывает на дренирующее действие водосбора.

В верхней части, примыкающей к магистральному каналу, минерализация грунтовых вод наименьшая (см. рис. 26, 9), что можно объяснить разбавлением залегающих здесь грунтовых вод пресными фильтрационными водами. В средней части массива обнаруживается более значительная минерализация грунтовых вод (20–30 г/л и больше). Однако надо отметить, что в нижней части массива, в зоне главного коллектора, на большой площади степень минерализации грунтовых вод невелика (меньше 10 г/л, а на небольшой площади – даже меньше 5 г/л), что, очевидно, связано с дренирующим действием коллектора. В. С. Муратова отметила, что в 1939–1940 гг. максимальной минерализацией (15 г/л) отличались грунтовые воды средней части склона, в то время как в верхней части минерализации составляла 5,6 г/л, а в нижней – 11,3 г/л.

В 1946–1949 гг. минерализация грунтовых вод средней и нижней частей склона была примерно одинакова (13,2 и 13,7 г/л). В средней части склона, таким образом, за период с 1939–1940 до 1946–1949 гг. минерализации грунтовых вод снизилась с 15,0 до 13,2 г/л, а в нижней части она за этот период увеличилась с 11,3 до 13,7 г/л. В 1953 г., по данным В. С. Муратовой (1962), отмечалось дальнейшее увеличение минерализации грунтовых вод вниз по склону. В средней части склона минерализация уменьшилась до 10 г/л, в нижней она увеличивалась до 16 г/л.

По мнению В. С. Муратовой, нельзя считать, что увеличение минерализации грунтовых вод в нижней части склона в 1953 г. произошло благодаря дополнительному растворению солей, находящихся в почве, как это было при первоначальном резком подъеме грунтовых вод в первые годы орошения, поскольку за период с 1946 и 1953 г. уровень этих вод в среднем не повысился, а наоборот, несколько снизился. Все это дало основание В. С. Муратовой сделать справедливый вывод о перемещении солевых масс вниз по склону, и, следовательно, о существовании медленного потока солей с территории оросительной системы за ее пределы в сторону ниже расположенной части подгорной равнины.

Отмеченная закономерность изменения минерализации и перемещения солевых масс подтверждается и данными наших исследований. Это очевидно из карты минерализации грунтовых вод, составленной нами для пятой и шестой клеток оросительной системы им. Орджоникидзе.

## ДИНАМИКА ЗАСОЛЕННЫХ ПЛОЩАДЕЙ

В исследованиях В. С. Муратовой (1962) по выявлению перемещения солевых масс в условиях оросительной системы им. Орджоникидзе солевая съемка не проводилась. В. С. Муратова ограничилась заложением групп скважин в местах, где ранее Л. Л. Ножин закладывал глубокие разрезы. На нашем массиве фиксировано четыре разреза Л. Л. Ножина и соответствующие им шестнадцать скважин В. С. Муратовой. Этих данных для наших целей недостаточно, поэтому для сопоставления мы будем пользоваться картой засоления почв (толща 0–1 м) А. С. Преображенского, составленной в 1951 г., и материалами солевых съемок, осуществленных в разное время Министерством водного хозяйства Азербайджанской Республики (1954, 1955, 1958 гг.).

Из карты А.С. Преображенского (см. рис. 35, 1) усматривается, что почвы характеризуемого участка до строительства коллекторно-дренированной сети были существенно засолены. Наиболее сильно засолена была нижняя часть массива. Здесь близ главного коллектора содержание солей в метровой толще почвы составляло 1–2%. Местами, в частности в районе конечной части водораспределителя, обнаруживались почвы с содержанием солей более 2%. Для большей части массива характерны почвы со средним засолением. Среди среднезасоленных почв отдельными пятнами распространены почвы сильного и слабого засоления.

Верхняя, более высокая часть массива характеризуется распространением почв со слабым засолением (0,25–0,50%), хотя и здесь обнаруживаются почвы с сильной и средней степенью засоления.

Таким образом, из карты Преображенского следует, что в период осуществления солевой съемки на территории исследованного нами массива пресные земли отсутствовали. Содержание легкорастворимых солей в почве последовательно увеличивалось по направлению от верхней части к нижней, что, вероятно, было связано с направлением потока грунтовых вод. На эту возможность указывали еще первоисследователи Мильской степи (Захаров, 1912; Приклонский, 1930; Саваренский, 1929).

Повторная солевая съемка на участке пятой и шестой клеток (район седьмого распределителя) после строительства коллекторно-дренажной сети в 1954–1959 гг. произведена МВХ Азербайджанской ССР. Однако ею не было охвачена вся эта территория (см. рис. 35, 3). Сопоставление результатов этой съемки с данными Преображенского показывает, что за прошедшие пять лет на территории шестой и пятой клеток почвы существенно опреснились. Сравнительно высокое засоление сохранилось только на территории третьего и частично четвертого околотков. Характерно, что как в этих, так и в остальных околотках данной клетки пресные почвы с основным приурочены к участкам близ водосбора, распределителя и магистрального канала, что указывает на их мелиорирующую роль. Однако отдельные небольшие пятна почв с высоким засолением нередко приурочены к дренам и оросителям.

Случай приуроченности засоленных земель к дренам указывают на то, что при мелиорации засоленных почв оздоровление земель не может быть ограничено только строительством коллекторно-дренажной сети. Последнее, безусловно, является одним из существенных мероприятий, способствующих рассолению почв. Однако оно само по себе никогда не может коренным образом опреснить засоленных земель, для чего, помимо строительства коллекторно-дренажной сети, необходимо осуществление системы мелиоративных мероприятий. В последнюю входят планировка земель, промывка, послепромывное освоение, правильное орошение и высокая культура земледелия. При этом промывку почв, конечно, следует поставить на первое место. Так, повторная солевая съемка, произведенная на части территории пятой клетки в 1958 г., осуществлена после промывки данной территории (промывка произведена на площади в 213 га с декабря 1957 г. по март 1958 г.). Из сопоставления результатов этой съемки с данными 1955 г. видно, что почвы после промывки почти полностью опреснились. Только на небольшой площади остались участки слабозасоленных почв (см. рис. 26, 2).

Солевая съемка, проведенная на территории шестой клетки в 1954 г., показала несколько иную картину (см. рис. 35, 3). Здесь также произошло значительное рассоле-

ние почв, однако, сохранились большие площади со средним и сильным засолением, приуроченные в большинстве случаев к средней части междуренных площадей и водораспределителям. Этому, по-видимому, способствовала плохая сохранность коллекторно-дренажной сети (оно повсюду заросла густым и высоким камышом, способствовавшим заилиению и в результате ослаблению, а иногда и прекращению стока дренажных вод), а также отсутствие надлежащей промывки и планировки земель.

Повторная солевая съемка, проведенная нами на всей территории пятой и шестой клеток в 1960 и 1963 гг. (с мая по июнь), обнаружила явно выраженное и последовательное рассоление почв. Карта (см. рис. 26, 4) показывает, что с 1954 г. почвы шестой клетки подвергались значительному опреснению. Почвы верхней половины территории (площадь, расположенная между групповыми оросителями 1-5) почти полностью освободились от легкорастворимых солей. Содержание солей в метровом слое уменьшилось до 0,1%. Почвы с относительно более высоким содержанием солей занимали небольшие площади. Резкое увеличение площади пресных земель и сокращение сильно засоленных земель отмечается также на остальной части характеризуемой клетки.

Карты солевой съемки 1963 г. подтверждают почти полное опреснение почв территории верхней части пятой клетки. По направлению к коллектору на территории характеризуемой клетки в отношение засоленности почвогрунтов наблюдается некоторая пестрота с общим последовательным увеличением солесодержания вниз по уклону местности.

Показательно, что ныне на массиве почти отсутствуют сильнозасоленные и солончаковые почвы. Они обнаруживаются лишь отдельными, небольшими участками, занимая 5% от общей площади массива (табл. 83).

Таблица 83

Динамика засоленных площадей в условиях оросительной системы им. Орджоникидзе (%/га)

Градация засоления почв в слое, 0—100 см (плотный остаток, %)	Пятая клетка		Шестая клетка		В целом	
	1951 г.	1963 г.	1951 г.	1960 г.	1951 г.	1950—1963 гг.
<0,25	нет	29,4 345,5	нет	61,0 1986,6	нет	46,3 2832,1
0,25—0,50	27,0 777,2	26,1 751,2	25,8 828,3	22,0 697,9	26,7 1605,5	23,7 1449,0
0,50—1,0	40,5 1165,6	41,1 1195,81	38,9 1270,6	10,4 336,5	39,8 2436,3	25,0 1532,3
1,0—2,0	30,1 768,6	2,4 67,4	29,6 947,3	5,3 176,1	29,7 1816,4	4,0 243,5
>2,0	2,4 68,5	0,7 20,2	5,7 193,3	1,3 42,9	4,3 261,8	1,0 63,1
Итого	100 2880	100 2880	100 3240	100 3240	100 6120	100 6120

Таким образом, из сказанного становится очевидным, что после строительства коллекторно-дренажной сети на территории пятой и шестой клеток произошло явное рассоление почвогрунтов. Это привело к резкому увеличению площади практически пригодных земель (с засолением меньше 0,5%) и сделало возможным сельскохозяйственное освоение 70% общей площади массива. Площадь засоленных земель составляет 30% против 74% в 1951 г. (рис. 27).

Как видно, из данных табл. 84 среднее содержание солей в метровом слое почв массива в 1951 г. составляло 0,95%, а в 1960 и 1963 гг. оно уменьшилось более чем наполовину. С 1951 по 1963 гг. запасы солей в почвах массива снизились с 820 до 348 тыс. м. т.е. уменьшение составляло 472 тыс. м. Более существенному рассолению подвергались почвы шестой клетки массива. Здесь за сравнительно малый промежуток времени (с 1951 по 1960 гг.) удалено гораздо больше солей (около 300 тыс. м), чем из почв пятой клетки за больший срок (с 1951 по 1963 г.) – 172 тыс. м.

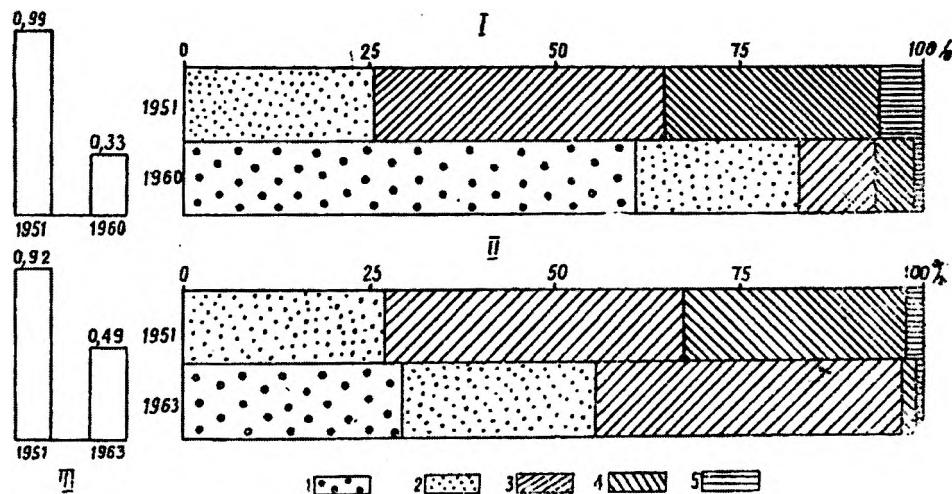


Рис. 27. Динамика засоленных площадей по данным почвенных съемок выборочных участков на оросительной системе канала им. Орджоникидзе Мильской степи (в % площади каждого участка). Участки: I—шестая клетка; II—пятая клетка; III—среднее засоление (% плотного остатка) по участкам.

Градация засоления, % плотного остатка: 1—меньше 0,25; 2—0,25–0,50; 3—0,50–1,00; 4—1,00–2,00; 5—больше 2%.

Весьма убедительные данные получены по содержанию хлор-иона. Из карты (см. рис. 26, 5) видно, что свыше двух третьей описываемого массива освобождено от хлор-иона в такой степени, что оставшееся количество является практически не токсичным для нормального развития сельскохозяйственных культур. Содержание хлор-иона колеблется в пределах 0,004–0,009%, в редких случаях оно доходит до 0,012–0,017%.

Из представленной карты усматривается, что на территории пятой клетки почвы с наименьшим содержанием хлор-иона (пресные) приурочены к верхней и средней частям массива, а с высоким содержанием – к пониженной части. На территории шестой клетки почвы с наименьшим содержанием хлор-иона (менее 0,002%) имеются как в верхней, так и в нижних частях. Почвы с относительно высоким содержанием хлор-иона распространены, в основном, в средней части массива.

Таблица 84

**Динамика засоления почв в условиях оросительной системы  
им. Орджоникидзе**

Название массива	Среднее засоление в слое 0—100 см, т/га				Запасы солей в слое 0—100 см, т		Вымыто солей к 1960—1963 гг., т	
	1951	1960— 1963	1951	1960— 1963	1951	1960— 1963	с 1 га	со всей площади
Пятая клетка	0,92	0,49	128,8	68,6	370944	198268	60,2	172676
Шестая клетка	0,99	0,33	138,6	46,2	449064	149688	92,4	299376
Общая	0,95	0,41	133,7	57,4	820008	348256	76,3	471952

Эта закономерность изменения содержания хлор-иона указывает на перемещение солевых масс и прежде всего ее легкорастворимых компонентов, из верхней повышенной части массива в нижнюю. Это свидетельствует о стоке грунтовых вод в этом направлении, который при наличии коллекторно-дренажной сети способствует рассолению почв массива.

Переходя к характеристике засоленности почв в толще 1—2 м, отметим, что в этом слое, по сравнению с первым метром, обнаруживается сравнительно высокое засоление. Для большей части массива (см. рис. 26, б) характерно сильное засоление в этом слое почвы при наличии отдельных пятен с очень большим засолением.

В связи с отсутствием карт засоления глубоких слоев почв за последние годы для выяснения опресненности засоленных почв за многолетний период будем пользоваться данными засоленности почв по отдельным площадкам.

На исследованной нами территории Л. Л. Ножиным, А. С. Преображенским и В. С. Муратовой в разное время были заложены глубокие разрезы и скважины. Они в основном располагались между групповыми оросителями № 8 и 9 пятой клетки и № 2, 3—4, 6—7 шестой клетки. Почвы пятой клетки в 1929 г. (данные Л. Л. Ножина) имели засоление по плотному остатку в первом метровом слое 0,71%, во втором — 2,04%. В нижележащих горизонтах, до глубины 4 м, засоление еще более увеличивалось, а глубже отмечалось явное уменьшение солесодержания (табл. 85).

Скважины, заложенные В. С. Муратовой (1962) в 1953 г., показали, что на данной территории за истекшее время произошло существенное изменение засоленности почв. Ею установлено, что при почти неизменном общем содержании солей в 4-метровом почвенном слое произошло перемещение значительного количества солей из второго-четвертого метров в верхний метровый слой, степень засоления которого достигла к 1953 г. 1,9—2,0% против 0,7—0,8% в 1929 г. Засоление оказалось одинаково большим на разных элементах микрорельефа: максимальное засоление в пределах верхнего метрового слоя почвы отмечалось не только на бугорке (скв. № 32), но и на склоне (скв. № 34) и в понижении (скв. № 27). Исключением является лишь почва глубокой впадины (скв. № 29), где основная масса солей находится во втором метре. Автор объяснял это явление оттеснением в эту часть массива наиболее минерализованных грунтовых вод, благодаря чему наблюдалось максимальное засоление верхних горизонтов.

Таблица 85

Многолетние изменения засоления почв пятой и шестой клеток  
оросительной системы им. Орджоникидзе (%) (плотн. ост.)/хлор)

Глубина, м	1929						1953						1953					
	разрез 40Н	скв. 27М	скв. 29М	скв. 30М	скв. 34М	средн. М	скв. 528А	скв. 529А	скв. 530А	скв. 531А	скв. 532А	средн. А	скв. 412А	скв. 411А	скв. 410А	скв. 423А	средн.	
0—1	0,71 0,00	1,80 0,10	1,36 0,07	2,38 0,16	2,67 0,24	2,05 0,14	0,872 0,023	1,968 0,129	0,785 0,022	0,767 0,021	0,147 0,006	0,908 0,040						
1—2	2,04 0,08	1,74 0,04	1,84 0,03	1,85 0,06	1,63 0,09	1,77 0,06	0,736 0,027	1,802 0,056	1,350 0,007	1,866 0,051	1,282 0,006	1,407 0,032						
2—3	2,36 0,11	1,53 0,05	1,40 0,03	1,70 0,04	1,49 0,04	1,53 0,04							не определены					
3—4	2,19 0,10	1,20 0,04	0,97 0,03	1,33 0,03	0,64 0,04	1,04 0,03												
0—4	1,82 0,07	1,57 0,06	1,19 0,04	1,82 0,07	1,61 0,10	1,60 0,07												
	разрез 152Н	скв. 1М	скв. 2М	скв. 3М	скв. 4М	средн.	скв. 412А	скв. 411А	скв. 410А	скв. 423А	средн.							
0—1	0,78 0,01	1,91 0,13	1,89 0,15	1,88 0,08	1,80 0,09	1,87 0,11	1,609 0,213	1,856 0,079	0,565 0,089	2,270 0,221	1,575 0,150							
1—2	2,36 0,17	1,90 0,05	1,38 0,03	1,74 0,03	1,74 0,04	1,741 0,04	1,851 0,131	2,609 0,173	1,236 0,074	—	1,898 0,156							
2—3		1,68 0,05	1,44 0,03	1,59 0,03	1,61 0,04	1,58 0,04							не определены					
3—4	—	1,47 0,05	1,61 0,03	1,38 0,02	1,48 0,04	1,24 2,03												
0—4	—	1,74 0,07	1,38 0,06	1,65 0,04	1,66 0,05	1,61 0,06												
	разрез 47Н	скв. 23М	скв. 25М	скв. 28М	скв. 30М	средн.	скв. 461А	скв. 462А	скв. 463А	средн.								
0—1	0,20 0,05	0,83 0,11	0,78 0,22	0,13 0,01	1,05 0,09	0,70 0,11	0,150 0,020	0,089 0,006	0,195 0,006	0,145 0,010								
1—2	0,87 0,20	1,57 0,17	0,87 0,24	0,22 0,01	1,51 0,13	1,04 0,14	0,522 0,051	0,119 0,007	0,535 0,033	0,092 0,030								
2—3	1,52 0,32	0,86 0,12	0,31 0,09	0,96 0,02	1,73 0,09	0,96 0,08							не определены					
3—4	2,15 0,24	0,85 0,09	0,39 0,09	1,03 0,03	1,69 0,09	0,99 0,08												
0—4	1,18 0,20	1,03 0,12	0,59 0,16	0,38 0,02	1,50 0,10	0,92 0,10												
	разрез 156Н	скв. 5М	скв. 6М	скв. 7М	средн.		скв. 480А	скв. 477А	скв. 479А	средн.								
0—1	0,30 0,02	0,14 0,01	0,16 0,01	0,15 0,01	8,15 0,01		0,174 0,022	0,072 0,005	0,116 0,008	0,121 0,012								
1—2	1,49 0,31	0,84 0,10	1,10 0,06	0,31 0,22	0,75 0,13		0,476 0,104	0,091 0,006	0,496 0,013	0,288 0,041								
2—3	1,81 0,26	1,69 0,39	1,46 0,25	1,81 0,26	1,65 0,30								не определены					
0—3	1,20 0,20	0,89 0,17	0,91 0,11	0,76 0,16	0,85 0,15													

Результаты наших исследований показали другую картину. Скв. № 529 была заложена нами на микроповышении, № 532 – в западине, а остальные три – на ровном участке. Данные по этим скважинам показывают, что микрорельеф сильно сказывается на распределении солевых масс в поверхностных слоях почвы.

Максимальное соленакопление (около 2%) в верхних горизонтах почвы, в частности в метровом слое, отмечено нами на микроповышении, а наименьшее (0,15%) в западинах (см. табл. 85). Ровные участки же в верхнем метровом слое имели почти одинаковое солесодержание, лежащее в пределах 0,77–0,87%. Вместе с тем, отмечалось явное уменьшение содержания солей в почвах. Засоленность метрового слоя в 1963 г. по сравнению с 1953 г. уменьшилось более чем в два раза. Значительно снизилось солесодержание во втором метровом слое. Содержание хлориона, по сравнению с данными В. С. Муратовой (1962), уменьшилось в три с половиной раза в верхнем метровом слое и примерно в два раза – во втором метре.

Иная картина обнаружена на шестой клетке оросительной системы им. Орджоникидзе. Здесь места заложения разреза 152Н и скважин 1М, 2М (на микроповышении) и 3М, 4М (в микропонижении) с 1929 и 1953 гг. представляли засоленные участки. Разрезы 47Н, 156Н и соответствующие им скважины 23М, 25М, 28М, 30М и 5М, 6М, 7М расположены в 300 м (разрез 47Н) и 250 м (разрез 156Н) от магистрального канала. Мы закладывали скважины таким образом, чтобы приурочить их к названным разрезам Ножина и скважинам Муратовой.

В районе расположения разреза 152Н и скв. 1М, 2М, 3М, 4М при почти неизменном общем содержании солей в 4-метровом почвенном слое произошло перемещение значительного количества солей из второго-четвертого метров в верхний метровый слой, где степень засоления по плотному остатку достигла в 1953 г. 1,9% против 0,8% в 1929 г. Засоление оказалось одинаковым на разных элементах рельефа.

Результаты наших исследований показали, что за время после 1953 г. в районе расположения разрезов 47Н и 156Н и скв. 25М, 28М, 30М и 5М, 6М, 7М в первом и втором метровых слоях почв произошло существенное рассоление – более чем в 2–4 раза по плотному остатку. По хлору же степень рассоления была еще большей.

В отличие от результатов в 1953 г. за исключением единичных случаев сильное соленакопление обнаружено во втором метровом слое, что свидетельствует об интенсивности рассоления верхнего метрового слоя почвы за последние 10 лет.

Причину отмеченных явлений, исходя из условий развития земледелия на характеризуемом участке, можно видеть в весьма энергичном использовании территории под орошающие сельхозкультуры. В условиях коллекторно-дренажной сети это привело к существенному перемещению солевых масс из вышележащих горизонтов в глубокие слои. Накопление большого запаса легкорастворимых солей в верхней метровой толще микроповышений в этих условиях связано с тем, что почвы этих участков не использовались под сельхозкультуры, поэтому микроповышение выполняло роль сухого дренажа, аккумулируя соли, вымываемые с окружающих орошаемых участков.

Из сказанного следует общий вывод, что в условиях орошаемого земледелия планировка поверхности полей является одним из необходимых мероприятий, направленных на улучшение содержания и мелиоративного состояния поливных почв. Однако, несмотря на это, планировка осуществляется лишь в единичных слу-

чаях. По материалам Азгипроводхоза и МВХ Азербайджанской ССР поверхность полей исследованной нами территории в прошлом была охвачена планировкой. Однако ознакомление с территорией показало, что в настоящее время большая часть площади характеризуется плохим микрорельефом. На массиве преобладают микроповышения, поверхность которых изобилует выцветами солей. Отмечаются случаи грубого нарушения правил орошения. Хотя вдоль каждой дрены и каждого оросителя проходит дорога для транспорта, в вегетационный период из-за сбора поливных вод проезжать по массиву невозможно. Нередко поливные воды сбрасываются в дрены или водосборы. Состояние последних неудовлетворительное – они часто зарастают камышом, засыпаны, местами с подпорами, что замедляет нормальный сток фильтрующихся в дрены грунтовых вод. Все это не может не сказаться отрицательно на мелиоративном состоянии земель.

Однако, несмотря на все это, существующая коллекторно-дренажная сеть оказывает большое оздоравливающее влияние на засоленные ранее земли и тем самым способствует резкому увеличению посевных площадей под хлопчатником и другими сельскохозяйственными культурами.

Совершенно очевидно, что устройство коллекторно-дренажной сети и орошение почв в условиях подгорных равнин с делювиальной и делювиально-пролювиальной формами засоления не только способствуют яркому уменьшению общего количества солевых запасов в почвах, вследствие перемещения солей в глубокое горизонты и частичного удаления их за пределы территории, но и ускоряют процесс рассоления почв, это ведет к опреснению грунтовых вод массива. Для повышения эффективности действия дренажной сети, дальнейшего рассоления почвогрунтов и опреснения грунтовых вод необходим надлежащий уход за коллекторно-дренажной сетью, периодическое очищение последней от зарослей тростника и засыпки. Остро требуется также планировка полей, промывка засоленных участков, а после промывок – освоение промытых участков под культурами-освоителями при общем увеличении коэффициента использования земель

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными почвенными типами делювиальных равнин Азербайджана являются каштановые, серо-бурые (в разной степени осолонцеванные, осолоделые в отакренные), сероземные и их примитивные разности. Здесь широко развита комплексность почв, обязанная механическому составу и солонцеватости. Почвы карбонатны, гипсоносны, с относительно невысоким содержанием гумуса.

Почвы подгорных равнин Азербайджана формировались в условиях сухого субтропического климата, где испаряемость в значительной степени превышает годовую сумму атмосферных осадков. Это обуславливает развитие процессов накопления в почвогрунтах растворимых солей.

Пути соленакопления в почвах различны и находятся в зависимости от природных, в особенности геолого-геоморфологических условий в пределах подгорных равнин. Засоление в одних случаях элювиального происхождения в других обязано капиллярному поднятию к поверхности сильно минерализованных грунтовых вод, практически не имеющих стока, испарению межконусовых грунтовых вод, имеющих сток вниз по уклону и обычно значительно пополняемых за счет оросительных вод и т.д.

Одним из широко распространенных путей соленакопления в почвах республики является транспортировка солей с поверхностными водами или с так называемым делювиальными потоками. Эти потоки выщелачивают по пути соли, содержащиеся в выветриваемых продуктах четвертичных и третичных осадочных соленосных пород, окружающих низменность горных систем Большого и Малого Кавказа.

Соленакопление, происходящее без участия грунтовых вод, но под влиянием делювиальных потоков, в литературе получило название делювиального засоления.

Наличие засоленных почв делювиального происхождения в Азербайджане впервые было указано С. И. Тюремновым, затем оно подтвердилось исследованиями ряда ученых (В. Р. Волобуев, В. А. Ковда, А. Н. Розанов, В. В. Егоров и др.), изучавших засоление почв низменностей Азербайджана. Однако, несмотря на это, названные почвы в мелиоративном отношении оставались неизученными. Между тем, в настоящее время в связи с подачей оросительных вод на земли с более высокими отметками освоение земель делювиальных равнин является задачей сегодняшнего дня и имеет большое народнохозяйственное значение, ибо эти земли занимают значительные площади. Производственные организации частично уже приступили к освоению этих земель. Однако отсутствие обоснованных почвенно-мелиоративных мероприятий затрудняет решение этого вопроса. Необходимость изучения генезиса, свойств и приемов мелиорации почв с делювиальной формой

засоления длительное время недооценивалась, и до последнего времени мы не имели теории, основанной на непосредственных полевых и экспериментальных исследованиях по происхождению этих почв, их динамике и способам мелиорации. Автор настоящей работы поставил своей задачей изучение особенностей солевой миграции в условиях подгорных делювиально-пролювиальных равнин Азербайджана. Изучая эту генетическую форму засоления почв с целью разработки методов их мелиорации, мы опирались на данные собственных длительных исследований и имеющийся скучный литературный материал. Такие почвы, по-видимому, могут служить аналогом для почв сходного генезиса, развитых в условиях других областей Советского Союза и зарубежных стран.

В результате проведенных исследований установлено, что наряду с вполне своеобразным характером соленакоплений почвы с делювиальной формой засоления обладают также рядом других неблагоприятных свойств, связанных с особенностями их делювиального генезиса. Специфическими особенностями почв с делювиальной формой засоления в преобладающем большинстве случаев являются также их плохие химические, физические и физико-химические свойства, выражющиеся в сильной засоленности, высокой солонцеватости, тяжелом механическом составе, большой плотности, сравнительно малой структурности и скважности, незначительной полезной для растений водоудерживающей способности и относительно низкой водопроницаемости.

В пределах делювиальных и делювиально-пролювиальных склонов подгорных равнин наблюдается довольно значительное закономерное варьирование этих признаков. В отношении засоления почв характерно последовательное увеличение солевых масс по уклону местности, характерный солевой профиль с солевым максимумом на некоторой глубине от поверхности (в зависимости от уклона местности), доминирование в слое солевого максимума относительно менее подвижных компонентов (Ca, SO<sub>4</sub>), преобладание натриевых солей при закономерном изменениях по слону анионного состава (гидрокарбонатный состав почв в верхней зоне, сульфатный – в средней и хлоридный – в шлейфовой). Для этих почв особенно характерным является то, что в них сильное засоление сочетается с высокой солонцеватостью. По направлению к шлейфовой зоне делювиальных склонов установлено существенное увеличение степени солонцеватости, утяжеление механического состава и ухудшение физических свойств почв. Все это дает возможность выделить в пределах делювиальных равнин четко выраженные местные зоны: верхняя (солесборная зона), средняя (зона транзита солей), шлейфовая (зона аккумуляции солей).

Выявлено, что процессы соленакопления в условиях подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления при всем их своеобразии подчиняются общим закономерностям миграции солей в поверхностных слоях земель.

Основным источником древнего соленакопления здесь являются морские отложения третичного и четвертичного периодов. Среди них главное значение имеют донные отложения морского происхождения, засоленные отложения возвышенных элементов рельефа древней приморской полосы и солевые аккумуляции в бывших лагунах. Наши подсчеты показали, что отложения солей с донными осадками Каспия в период его трансгрессии на территории ниже нулевой горизонтали Муганской низменности составляют примерно  $7,4 \cdot 10^9$  м. В засолении почв большое зна-

чение имело и наличие в ряде мест Муганской низменности грязевых вулканов и межпластовых глубинных вод.

В современном засолении почв делювиальных равнин Азербайджана главная роль принадлежит водам поверхностного стока (делювиально-пролювиальным потокам), выщелачивающим на пути своего движения солесодержащие породы. В местах скопления этих вод периодически возникают обширные временные озера с общим годовым запасом воды около 97 млн  $m^3$  и солей – 1,4 млн  $t$ . Основная часть этой минерализованной воды, испаряясь в период высоких температур, способствует соленакоплению в верхнем слое почв. Частью эти воды просачиваются в землю, что обуславливает некоторое вымывание солей, накопившихся в верхних горизонтах почв и удерживающихся в почвогрунтах, в растворах, в капиллярно-подвешенной воде или выпадающих в осадок. Однако в знойные летние месяцы капиллярно-подвешенная вода передвигается к поверхности почвы и выносит соли в верхние горизонты. Выявлена также большая роль орошения и золового круговорота солей в процессе засоления почв.

В процессе миграции солей, их перераспределения в пределах почвенного профиля и, в частности, в транспортировке солей в поверхностные слои почвы существенную роль играет деятельность высших растений. Ежегодный привнос солей этим путем в почвах отдельных массивов делювиальных равнин Азербайджана достигает 1,1–3,1  $t/га$ . Раскопки корневых систем галофитов показали, что корневая система растений в условиях делювиальных равнин Азербайджана развивается не только над или под засоленными горизонтами почв, но и внутри этих горизонтов, где помимо высокого содержания легкорастворимых солей имеется и большой запас влаги. Корни растений, распределенные в этих засоленных горизонтах, перекачивают в надземные органы растений помимо питательных элементов и воды также легкорастворимые соли. Эти соли под действием атмосферных осадков постепенно выщелачиваются опять в нижние горизонты почв. Было установлено, что расположение в профиле максимума солей в основном совпадает с зоной преобладающего распространения корней полыни и солянок, являющихся основными компонентами растительного покрова делювиальных равнин Азербайджана. Как показало изучение водно-солевой динамики почв, в силу этого слой солевого максимума в период всего года сильно иссушается, что способствует увеличению концентрации солевых растворов и накоплению солей. Таким образом, в условиях делювиального засоления формирование солевого профиля с максимумом солей на некоторой глубине от поверхности почв, помимо других факторов, в основном обязано воздействию растительности.

Другим немаловажным фактором миграции солей и, следовательно, формирования солевых профилей почв делювиальных равнин Азербайджана мы считаем процесс диффузии солей.

Полевыми исследованиями и специально поставленными лабораторными экспериментами было выявлено, что для выраженного процесса диффузии солей в характеризуемых почвах имеются все необходимые условия. Изучение водно-солевой динамики показало, что глубокие слои исследуемых почв в результате десукиций растений и внутрипочвенного испарения почти все время года оказываются в более сухом и засоленном состоянии, тогда как верхняя часть почв периодически (осо-

бенно в осенне-зимний и, частично, весенний периоды) находится в высоко увлажненном состоянии и незначительно засолена. Вместе с этим было экспериментально доказано, что если соприкасаются два слоя почвы, из которых один засоленный, находится в состоянии гигроскопической влажности, а другой имеет более высокую влажность, отвечающую пленочному, капиллярному или гравитационному ее состоянию, и не содержит соли или содержит ее меньше, чем первый слой, то вода движется в направлении к слою с гигроскопической влажностью, а соль—к слою с пленочной, капиллярной или гравитационной влажностью.

Было также установлено, что этот процесс в значительной степени усиливается с увеличением влажности почвы. Так, если почва с влажностью 16,5% в 15-суточном опыте имела коэффициент диффузии  $0,133 \text{ см}^2/\text{сут}$ , а количество диффундированных солей (по Cl-иону)—0,23% на высоте 10 см, то увеличение влажности до 30% повысило коэффициент диффузии до  $0,338 \text{ см}^2/\text{сут}$ , а количество солей—до 0,451%. Это дает нам основание утверждать, что в формировании солевых профилей с максимумом накопления солей в средней части, помимо других факторов, значительная роль принадлежит диффузионному процессу, способствующему перемещению солей из глубоких, более засоленных горизонтов, в вышележащие слои почв. С учетом этого фактора становится понятным и снижение содержания солей в слое почв ниже солевого максимума. Все это показывает, что процесс диффузии солей в явлениях миграции солей и формирования солевых профилей в почвах подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления может являться одним из весьма важных факторов.

Солесодержание в почвах подгорных равнин Азербайджана претерпевает определенные изменения во времени, однако вид солевых профилей в общем остается неизменным. Для этих почв на протяжении всего года характерен осажденный солевой профиль. Относительно опресненным бывает здесь верхний слой почвы небольшой мощности (20-40 см, иногда 20-70 см). Это сильно ограничивает распространение корней культурных растений и одновременно создает реальную угрозу вторичного засоления почв при орошении за счет перемещения солей из более глубоких слоев почвы к поверхности при высыхании почвы после полива.

Водно-солевая динамика почв обнаруживает определенные различия в зависимости от геоморфологических, почвенно-гидрогеологических, растительных условий местности, так же как и характера использования земель. Большое значение приобретают уклон и высота местности, с изменением которых изменяется значение и других факторов, участвующих в формировании водно-солевого режима почв. По характеру же водно-солевого режима выделяются две группы почв: почвы неорошаемой и орошаемой зоны наклонных равнин.

Почвы неорошаемой зоны наклонных равнин по особенностям водно-солевого режима подразделяются на три подгруппы. К первой подгруппе относятся почвы верхней зоны делювиальных склонов, которые характеризуются импермидным (непромывным) режимом увлажнения. Верхние горизонты их под влиянием атмосферных осадков и делювиально-пролювиальных потоков периодически оказываются в относительно более увлажненном состоянии и отличаются некоторой динамичностью в содержании влаги.

Средние и глубинные слои почв в течение всего года являются более иссушен-

ными, что связано с отсутствием влияния грунтовых вод и наличием уплотненного горизонта в средних слоях почв, препятствующего просачиванию влаги атмосферных осадков и делювиальных потоков. К тому же солянковые растения, пышно развитые здесь, имея глубокую корневую систему, транспортируют влагу из более глубоких слоев. Надо сказать, что между динамикой засоления почв существует обратная зависимость, т. е. горизонты, относительно более высоко увлажненные, имеют малое засоление, тогда как в нижних слоях, где постоянно наблюдается пониженная влажность, отмечается высокая засоленность почв.

Ко второй подгруппе относятся почвы средней зоны делювиально-пролювиальных склонов. Эти почвы характеризуются более выраженной динамичностью водно-солевого режима в верхних горизонтах, чем почвы, отнесенные к первой подгруппе. Мощность таких горизонтов, здесь почти вдвое больше, чем в верхней зоне делювиально-пролювиальных склонов. Это обусловлено меньшими уклонами поверхности, что создает благоприятные условия для глубокого просачивания как атмосферных осадков, так и вод делювиальных потоков. Ниже верхнего слоя с наиболее динамичным режимом влажности содержание влаги в почвенном профиле изменяется в сравнительно узких пределах (15—20%). Повышенная влажность (более 20%) здесь возникает лишь на очень короткое время.

Столь же динамичен режим засоления. Значительное изменение солесодержания отмечается в верхнем 30—50-сантиметровом слое и в глубоких горизонтах почв. Солесодержание здесь в зависимости от периода года колеблется в пределах 0,2—0,4% (в верхнем слое), 1,5—2,0% (в глубинных слоях). Высокое соленакопление характерно для летних месяцев. К зимне-весеннему периоду оно существенно уменьшается. Максимум соленакопления (в пределах 2—3%) характерен для среднего слоя. С течением времени запас солей в верхнем слое увеличивается, а в глубинных горизонтах существенно уменьшается, что указывает на вертикальное перемещение солевых масс, обязанное испарению капиллярно-подвешенной влаги и диффузному перемещению солей. Коэффициент сезонной аккумуляции солей составляет в среднем 1,32.

В третьей подгруппе объединены почвы шлейфовых зон делювиальных равнин. Для них характерна большая динамичность водно-солевого режима по всему профилю. Высокое поверхностное увлажнение здесь охватывает более мощную толщу почв (50—80 см). В слое 50—150 см влажность изменяется также в сравнительно широких пределах (15—25%). Ниже этого слоя колебания влажности, несущественны (15—20%). Отмеченный характер динамики влажности, помимо поверхностного испарения, обусловлен частым затоплением скапливающимися делювиальными потоками.

Максимум соленакопления (порядка 3%) на протяжении почти всего года приурочен к среднему слою почвы (100—160 см). Более изменчиво солесодержание в верхнем 80-сантиметровом слое почвы.

В этой части делювиальных равнин соленакопление наблюдается по всему профилю почв (коэффициент сезонной аккумуляции солей составляет 1,39). Это вызвано, с одной стороны, поверхностной транспортировкой солей с водами делювиальных потоков, а с другой—диффузным перемещением солевых масс из глубинных слоев почв и десукцией растений.

Почвы орошаемой зоны делювиальных склонов характеризуются ирригационным

режимом увлажнения. Некоторые закономерности, установленные для неорошаемой зоны делювиальных равнин, проявляются и здесь. В частности, степень засоления увеличивается по мере уменьшения уклона местности. В большинстве почв высокое засоление приурочено к среднему слою. Вместе с тем для орошаемых почв делювиальных склонов установлены и черты своеобразия. Динамичность влаго- и солесодержания в этих почвах обнаруживается почти по всей глубине почвенного профиля, она регулируется режимом орошения. Отмечается появление грунтовых вод, в свою очередь, способствующих изменчивости водно-солевого режима почв. Эти почвы находятся в состоянии периодического засоления за счет выноса солей грунтовыми водами с последующим выщелачиванием солей оросительными водами. При таком солевом режиме, как показали балансовые расчеты, в условиях нормально работающей коллекторно-дренажной сети в большинстве случаев происходит последовательное рассоление почвенного профиля (средний коэффициент САС 0,83). В отсутствии же коллекторно-дренажной сети в условиях орошения происходит вторичное засоление почв (коэффициент сезонной аккумуляции солей составляет в среднем 1,3).

Установлено, что при общем тяжелом механическом составе почв с делювиальной формой засоления существует выраженная закономерность изменения механического состава почв по уклону местности. В схеме механический состав почв становится более тяжелым по направлению к шлейфу делювиальных равнин. Так, в верхней зоне делювиальных склонов почвы преимущественно легко- и среднесуглинистые. Содержание физической глины в них 40–50%. В средней зоне делювиальных склонов механический состав почв утяжеляется и становится тяжелосуглинистым и легкоглинистым. Содержание физической глины 50–70%. Почвы шлейфовой зоны склонов отличаются тяжелоглинистым механическим составом. Содержание физической глины здесь, как правило, превышает 80%.

Для почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления характерно еще и то, что здесь по направлению к шлейфовой зоне Массивов в почвенном профиле существенно увеличивается содержание илистой фракции и уменьшается степень структурности почв. Почвы имеют высокие значения фактора дисперсности, который для верхнего полуметрового слоя колеблется в пределах 50–60% (Сиазань-Сумгайитский массив) и 50–100% (Кюровдагский массив). Это свидетельствует о непрочности микроагрегатов вследствие высокой солонцеватости этих почв.

В отношении солонцеватости почв установлено последовательное увеличение содержания поглощенного натрия по направлению к шлейфовой части делювиальных склонов (для большинства почв от 15–20% в верхних зонах и до 30–40% и больше в почвах шлейфов). В связи с этим и морфологические признаки солонцов делювиального происхождения в Азербайджане по мере движения от шлейфовой части к верхней зоне сильно изменяются: солонцы шлейфовой зоны многих делювиальных равнин являются типичными (корковые), солонцы средней зоны делювиальных склонов переживают стадию остеопения (среднестолбчатые), а солонцы верхней зоны являются остеопеинными (глубокостолбчатые), причем они встречаются здесь лишь на небольшой площади.

Развитие солонцеватости в условиях делювиальных равнин связано, прежде всего, с большей или меньшей минерализованностью вод делювиального стока. Смыв почв делювиальными потоками, в солевом составе которых преобладает катион

натрия, приводит к внедрению натрия в поглощающий комплекс почв.

Другим существенным фактором обогащения почв делювиальных равнин Азербайджана поглощенным натрием является биологический круговорот солей. Биологическим источником натрия, как это очевидно из малого круговорота солей, могут служить соединения натрия ксерофитных полыней и сухих солянок. О значительном количестве их говорят водные вытяжки из этих растений. При разложении этих органических веществ образуются бикарбонат ( $\text{NaHCO}_3$ ) и карбонат ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) натрия, натрий которых почти полностью поглощается почвой, а также и  $\text{NaCl}$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Возникновение солонцового процесса в почвах с делювиальной формой засоления на части территории (шлейфовые зоны делювиальных равнин) объясняется также и тем, что в прошлом, при более высоком уровне Каспия, а вместе с тем и грунтовых вод, почвы переживали процесс солончакового засоления. Опускание же уровня Каспия и, следовательно, грунтовых вод обусловило обессоливание верхних горизонтов почв и перемещение солей вниз. Это и способствовало возникновению солонцового процесса.

Повсеместная высокая солонцеватость и тяжелый механический состав почв большинства исследованных массивов обусловили плохие физические свойства значительной их части, в частности высокий объемный вес и низкую порозность. Для шлейфовой части склонов значение объемного веса оказывается весьма высоким и варьирует в пределах 1,5-1,6. В более высоких частях массива он уменьшается до 1,1-1,2. Соответственно этому изменяется и порозность почв. Повышенные показатели порозности в пределах первого метра (55- 60%) имеют почвы верхней части делювиальных склонов. По направлению к шлейфовой части порозность уменьшается до 50—54%.

Неблагоприятные физические свойства почв делювиальных равнин отражаются и на их водных свойствах. Отмечается последовательное ухудшение водных свойств почв по направлению к шлейфовой части. В этом отношении весьма показательны исследования фильтрационной способности почв.

В лучших по физическим свойствам серо-бурых почвах, распространенных на большей части верхних делювиальных склонов, коэффициент фильтрации в первый час опытов редко достигает 0,08 мм/сек (в основном он колеблется в пределах 0,04-0,05 мм/сек). В почвах шлейфовой части склонов этот показатель не превышает 0,01 мм/сек. В продолжении опыта водопроницаемость прогрессивно падает, уменьшаясь в несколько раз. Отмеченная последовательность изменения водных свойств почв прослеживается по всем исследованным нами массивам, и в частности, водные свойства почв ухудшаются от почв делювиальных склонов Мильской подгорной равнины к почвам Кю-ровдагского, Хараминского, Боздагского и Сиазань-Сумгaitского массивов.

Почвы с делювиальной формой засоления в естественных условиях, т. е. без мелиоративного вмешательства, в связи с наличием в них большого количества легкорастворимых солей и высокой солон-цеватостью непригодны для развития культурных растений. Производственным опытом и специальными экспериментами установлено, что хотя земли с делювиальной формой засоления трудны в обработке и мелиорации, однако освоение их возможно.

Значительное засоление почвогрунтов на больших площадях в пределах делювиальных равнин Азербайджана требует применения специальных мелиоративных

мероприятий по освобождению их от вредного избытка легкорастворимых солей и недопущению вторичного поднятия солей при орошении. Согласно имеющимся по почвам Азербайджана литературным данным, для почв с делювиальной формой засоления, после промывки имеющих преимущественно сульфатно-натриево-кальциевый состав, можно принять допустимое солесодержание равным 0,4-0,5% по плотному остатку и 0,02-0,04% по хлору.

Результаты производственного освоения земель показали, что орошение почв на фоне коллекторно-дренажной сети в условиях делювиальных равнин Азербайджана способствует интенсивному рассолению почвогрунтов. Осуществленные мелиоративные мероприятия (орошение—промывка, вегетационные поливы; сплошное и интенсивное освоение орошаемых участков и т. д.) даже при наличии ряда нарушений (недостаточный уход за коллекторно-дренажной сетью, отсутствие планировки земель, частые грубые нарушения правил орошения и т. д.) привели к явному уменьшению количества солей в почвах вследствие их перемещения в глубокие горизонты и частичного удаления за пределы территории. Ускоряется процесс рассоления почвогрунтов, опресняются грунтовые воды массива. Однако многие вопросы освоения этих земель остались неясными, в частности их промывка и устранение солонцеватости. В связи с этим потребовались дополнительные исследования.

Экспериментальными исследованиями выявлено, что для освоения этих земель необходимо применение глубокой (не менее 35-40 см) пахоты без оборота пласта с предварительной планировкой участка. Характеризуемые почвы на глубине 20-30 см (в шлейфовой передней зонах делювиальных склонов) от поверхности земли имеют сильное засоление. Поэтому при вспашке плугом с оборотом пласта, особенно при вспашке на большую глубину, вверх выворачиваются наиболее засоленные горизонты, в то время как верхние пресные слои, перемещаются на дно борозды.

Промывка почв (12000 м<sup>3</sup>/га) без применения химических мелиорантов положительных результатов не дает. В трещиноватых и тяжелых по механическому составу почвах первые порции воды (4000 + + 4000 м<sup>3</sup>/га) движутся по крупным ходам. При этом происходит растворение или даже прямое смывание солей, находящихся на поверхности структурных отдельностей. В дальнейшем при подаче третьей промывной нормы (4000+4000-1-4000 м<sup>3</sup>/га) почва оказывается уже сильно набухшей, фильтрация воды и выщелачивание солей прекращаются и происходит реставрация засоления, обусловленная, кроме перемещения солей при испарении капиллярно-подвешенной влаги, процессом диффузии солей. Как показали результаты проведенных экспериментов, основной причиной, вызывающей уменьшение количества вымытых солей, при низких коэффициентах фильтрации, является диффузия солей против движения тока воды. Отсюда следует, что почвы, в которых скорость инфильтрационного потока сравнима со скоростью диффузии, практически не поддаются рассолению.

Аналогичные результаты получены и при промывке с применением пескования.

Сочетание большого засоления с высокой солонцеватостью в этих почвах при мелиорации их требует совместного применения промывки с химической мелиорацией.

Промывка почв из расчета 12000 м<sup>3</sup>/га с применением гипса дает лучшие результаты. Наиболее эффективное действие оказывало внесение гипса из расчета 10-15 т/га перед промывкой при вспашке. При этом промывкой полностью опресняет-

ся 75-сантиметровый слой почвы. Положительные результаты получены и при промывке с применением гипса из расчета 5  $m^3/га$ . При этом достигается практическое рассоление полуметрового слоя почвы и вымывание солей из второго полуметрового слоя.

Эффективное действие оказывала промывка с применением подкис-лителя (отходы нефтяной промышленности, содержащие преимущественно  $Fe_2(SO_4)_3$  и  $FeSO_4$ ). Применение его из расчета 10 и 15  $m^3/га$  при промывке (12000  $m^3/га$ ) способствовало глубокому рассолению почвенного профиля. В этом случае 75-сантиметровый верхний слой почвы практически расселяется.

Промывка почвы из расчета 12000  $m^3/га$  на фоне совместного внесения гипса (10  $m^3/га$ ) с навозом (40  $m^3/га$ ) дала наилучшие результаты. В данном случае от легко-растворимых солей освобождается слой почвы около одного метра и происходит существенное рассоление глубоколежащих горизонтов почв.

Промывка почв из расчета 12000  $m^3/га$  без применения химических мелиорантов не уменьшает степени солонцеватости и ухудшает физические свойства почв.

Внесение химических реагентов (гипса отдельно и в сочетании с навозом) способствует уменьшению содержания обменного натрия.

Осуществление необходимых мелиоративных мероприятий, приводящих к удалению вредных воднорастворимых солей из корнеобитаемого слоя, снижение солонцеватости и щелочности почв способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур (хлопчатник и кормовой горох). Наилучшие результаты получены в вариантах с химическими мелиорантами (гипс отдельно или в сочетании с навозом).

Применение удобрений (навоз—10  $m^3$ , азот в виде аммиачной селитры—90  $kg$ , фосфор в виде суперфосфата—90  $kg/га$ ) существенным образом увеличило производительность мелиорированной почвы.

Исходя из всего изложенного выше, для освоения почв подгорных равнин Азербайджана с делювиальной формой засоления можно рекомендовать следующее:

1. В связи с тем, что в современном засолении почв подгорных равнин Азербайджана основным источником солей являются делювиальные и пролювиальные потоки, с целью предупреждения дальнейшего засоления необходимо устройство нагорных канав в поперечном направлении к склону для отвода делювиально-пролювиальных вод.

2. Освоение земель с делювиальной формой засоления в условиях орошения без применения необходимых мелиоративных мероприятий является практически неоправданным; оно может привести к резкому ухудшению используемых земель.

3. При использовании засоленных земель перед промывкой необходимо провести глубокую вспашку; причем, учитывая опущенность солевого максимума на небольшую глубину от поверхности почв, пахоту целесообразно проводить без оборота пласта. Пахота с оборотом пласта может быть применена в тех случаях, когда гипсонасыщенный горизонт залегает на небольшой глубине.

4. При освоении этих земель промывку без применения химических мелиорантов в один прием проводить не следует, ибо при этом не происходит опреснения корнеобитаемого слоя. Промывка без применения химических мелиорантов может осуществляться только путем осаживания солей на требуемую глубину разовыми промывными нормами воды, рассчитанными в основном на собственную водоем-

кость почвы и на относительно длительный период мелиорации.

5. Мелиорация почв, обеспечивающая возможность освоения почв с делювиальной формой засоления за короткий промежуток времени вследствие их сильной засоленности и высокой солонцеватости должна сопровождаться промывкой и внесением химических реагентов—гипса, гажи, подкислителя, навоза и т. д. Дозы вносимых реагентов для каждого случая необходимо будет устанавливать из расчета степени солонцеватости почвы. Предварительно можно рекомендовать следующие дозы химических реагентов для шлейфовой и средней зон делювиальных склонов: гипс 15  $m^3/га$ , или гипс 10  $m^3$  + навоз 40  $m^3/га$ , или же подкислитель 15  $m^3/га$ . Для верхней зоны делювиальных склонов с почвами глубиннозасоленными можно ограничиться вовлечением в действие гипса и карбонатов, обнаруживаемых на глубине 40—70 см путем глубокой вспашки с оборотом пласта. Взамен гипса можно применить гажу, содержащую около 70% гипса, большие природные запасы которой имеются поблизости от районов распространения почв с делювиальной формой засоления (районы северо-восточных предгорий Малого Кавказа, Бешбармак-ский хребет и др.).

Делячочными опытами было установлено, что наиболее рационально внесение половины установленной дозы гипса под пахотный слой. В настоящее время в связи с отсутствием соответствующего механизма как массовый прием должно быть рекомендовано поверхностное внесение гипса. Однако, учитывая, что мелиорация почв с внесением гипса в дальнейшем будет производиться на больших площадях, необходимо создание специального механизма для дифференцированного внесения гипса одновременно со вспашкой без оборота пласта.

6. Промывную норму для мелиорации более засоленных почв (с содержанием солей 2-3%) следует рекомендовать равной 12 000  $m^3/га$ , а для относительно менее засоленных земель (с содержанием солей 1,0-1,5%)-8000  $m^3/га$ . Вода должна подаваться разовыми нормами по 4000  $m^3/га$ .

1. Грунтовые воды в условиях делювиальных склонов подгорных равнин Азербайджана залегают довольно глубоко. В связи с этим почвы обладают достаточно большой собственной водоемкостью (при глубине залегания грунтовых вод в 20 м от поверхности земли собственная водоемкость грунта может составить до 50 тыс.  $m^3/га$ ). Поэтому, если промывка требуется только на части площади и промывная норма не будет превышать в среднем 10 тыс.  $m^3/га$ , она может быть проведена без опасения быстрого поднятия грунтовых вод. В случае же более высокого залегания грунтовых- вод, например, выше 10м, и необходимости проведения больших промывок, должен быть рассмотрен вопрос о сооружении дренажа. Факты быстрого подъема грунтовых вод при их незначительном залегании на глубине 10-15м от поверхности земли после применения промывки и орошения отмечены в условиях делювиальных равнин Мильской степи и Боздага (совхоз подсобного хозяйства Мингечаурского ОРСа).

8. Промывку следует проводить в осенний и зимний периоды года, чтобы избежать реставрации засоления. После промывки в первом году земли следует занять культурами-освоителями (ячмень, люцерна, горох), которые способствуют обогащению корнеобитаемого слоя почвы органическими веществами и улучшают мелиоративное состояние земель.

## ЛИТЕРАТУРА

Абдуев М. Р. Водный режим почв и методы его изучения. Тезисы докл. научн\* конф. аспирантов АН Азерб. ССР. Баку, 1953.

Абдуев М. Р. Динамика засоления почв Восточной Ширвани. Труды IV научн. конф. аспирантов АН Азерб. ССР. Баку, 1955.

Абдуев М. Р. О водном режиме почв Восточной части Ширванской степи. Труды Ин-та почвоведения и агрохимии АН Азерб. ССР, т. VII, Баку, 1955.

Абдуев М. Р. К геоморфологии Восточной Ширвани. „Изв. АН Азерб. ССР“, 1956, № 4.

Абдуев М. Р. Водно-слюевая динамика почв Восточной части Ширванской степи. Автореф. канд. дисс. Баку, 1956.

Абдуев М. Р. Из опыта освоения засоленных земель под садово-виноградные насаждения. „Соц. с.-х. Азербайджана“, 1956, № 10.

Абдуев М. Р. Засоление почв Ширванской степи и меры борьбы с ними (на азерб. яз.). Баку. Изд. АН Азерб. ССР, 1957.

Абдуев М. Р. Водный режим почв Восточной Ширвани и условия развития сельскохозяйственных культур. „Изв. АН Азерб. ССР“, 1957. № 2.

Абдуев М. Р. Условия и типы засоления почв Восточной Ширвани. Труды Ин-та почвоведения и агрохимии АН Азерб. ССР, т. VIII, Баку, 1958.

Абдуев М. Р. О специфике делювиальной формы засоления почвы в условиях Кура-Араксинской низменности. „Изв. АН Азерб. ССР, сер. биол. и с.-х. наук“, 1959, № 1.

Абдуев М. Р. Промывка почв в Сиазанском районе. „Соц. с.-х. Азербайджана“, 1959, № 3.

Абдуев М. Р. Опытные промывки почв делювиального происхождения в условиях низменности Азербайджана. „Хлопководство“, 1959, № 12.

Абдуев М. Р. Почвы с делювиальной формой засоления и вопросы их мелиорации в Азербайджане. Тез. докл. общед. научн. сессии АН ССР, Азербайджанской, Армянской, Грузинской ССР, посвященной 40-летию создания Коммунистической партии Азербайджана и установлению Советской власти в Азербайджане. Баку, 1960.

Абдуев М. Р. Почвы с делювиальной формой засоления низменной части Азербайджана (на азерб. яз.). Баку. Изд. АН Азерб. ССР, 1960.

Абдуев М. Р. Солонцы в Азербайджане и их мелиорация (на азерб. яз.), Баку, Азершешр, 1961.

Абдуев М. Р. Химико-географическая характеристика почв с делювиальной формой засоления Сиазань-Сумгайтского массива. „Изв. АН Азерб. ССР, сер. биол. и мед. наук“, 1961, № 3.

Абдуев М. Р. Солонцовь почвы делювиального происхождения и условия их мелиорации в Азербайджане. „Изв. АН Азерб. ССР, сер. биол. и мед. наук“, 1961, № 8.

Абдуев М. Р. Динамика засоленных площадей в условиях Мильской степи. „Изв. АН Азерб. ССР, сер. биол. и мед. наук“, 1962, № 1.

Абдуев М. Р. Некоторые данные о химической характеристике почв Сиазань-Сумгайтского массива. „ДАН Азерб. ССР“, т. XVIII, 1962, № 6.

Абдуев М. Р. Значение диффузии в миграции солей. „Изв. АН Азерб. ССР, сер. биол. и мед. наук“. 1962, № 6.

Абдуев М. Р. Об опытах химической мелиорации засоленных земель делювиального происхождения в Азербайджане. Тез. докл. на 2-ом Всесоюзном делегатском, съезде почвоведов. Харьков, 1962.

Абдуев М. Р. Почвенные условия и развитие корневой системы солянок. „Изв. АН Азерб. ССР, сер. биол. и мед. наук“, 1963, № 2.

Базилевич Н. И., Родин Л. Е. О роли растительности в формировании и эволюции такыров Мешед-Мессаринской аллювиально-делювиальной равнины. В сб. „Такыры Западной Туркмении и пути их сельскохозяйственного освоения“. М., 1956.

Базилевич Н. И., Родин Л. Е. Особенности малого биологического круговорота в различных почвенно-растительных зонах, „ДАН СССР“, т. 97, 1950, № 6.

Бейдеман И. Н. Краткий обзор корневых систем полупустынных растений. Тр. АзФАН СССР, т. V, 1934.

Бейдеман И. Н. Материалы по изучению корневых систем эфемерных растений Восточно-Закавказских равнин. Труды БИН АзФАН СССР, т. III, 1936.

Бейдеман И. Н. Роль растительного покрова в водно-солевом режиме почв. „Почвоведение“ 1949, № 7.

Бейдеман И. Н. Эколого-биологические основы смен растительного покрова (на примере низменности Восточного Закавказья). Ботанич. журн. 1953, № 4.

Берг Л. С. Уровень Каспийского моря за историческое время, В кн. „Очерки по физич. географии“, 1949.

Беседнов Н. А. Дренаж засоленных земель Кура-Араксинской низменности. Автореф. докт. дисс. Почв. ин-т АН СССР, 1955.

Беседнов Н. А. Промывка и дренаж тяжелых солонцевато-солончаковых почв. Тр. Почв. ин-та АН СССР, т. 52, 1957.

Беседнов Н. А. Мелиорация засоленных почв. Сельхозгиз, М., 1958.

Бибарсова А. Ш. Динамика засоления почв в районах нового освоения Мугано-Сальянского массива. Тез. докл. научн. сессии совета координации, посвящ. итогам научно-исслѣд. работ по коорд. проблемам за 1959—1960 гг. Баку, 1961.

Бибарсова А. Ш. Водно-солевой режим почв восточной части Северной Мугани. Тр. ин-та почвоведения и агрохимии АН Азерб. ССР, т. VIII, 1958.

Бибарсова А. Ш. Опреснение мелиорированных земель Северной Мугани. „Социалистическое сельское хозяйство Азербайджана“, 1961, № 9.

Бибарсова А. Ш. Динамика засоления в условиях пропловиально-делювиальной равнинны Южной Мугани. „ДАН Азерб. ССР“, т. XVIII, 1962, № 2.

Бибарсова А. Ш. Динамика засоления почв в условиях копуса выноса реки Болгарчай (Южная Мугань). „Изв. АН Азерб. ССР, сер. биол. и мед. наук“, 1962, № 6.

Бирюкова А. П. К вопросу о скорости естественного расселения почв. „Почвоведение“, 1942, № 7.

Бирюкова А. П. Характер засоления почв солонцового комплекса при орошении. „Почвоведение“, 1946, № 5.

Бирюкова А. П. Влияние орошения на водный и солевой режимы почв Южного Заволжья. Автореф. докт. дисс. Почв. ин-т АН СССР, 1957.

Благовещенский Э. Н. Водный режим суглинистых почв при минимальном количестве осадков. „Почвоведение“, 1957, № 2.

Богданов В. В. К вопросу изучения стока с такыров. „Изв. Туркмен. ФАН СССР“, 1949, № 2.

Богданов В. В. Роль увлажнения такыров перед стоком и сток талых вод. „Изв. Туркм. ФАН СССР“, 1949, № 4.

Богданов В. В. Повторное увлажнение такыров и роль ветра в их формировании. „Изв. Туркм. ФАН СССР“, 1950, № 2.

Богданов В. В. Временный поверхностный сток на такырах. Сб. „Пустыни СССР и их освоение“, т. II, М.—Л., 1954.

Большаков А. Ф. О формах движения влаги в почвах степного типа. „Почвоведение“ 1946, № 7.

Большаков А. Ф. Водный режим богарных почв Узбекистана. Тр. Почв. ин-та АН СССР, т. XXXII, 1950.

Большаков А. Ф. Водный режим комплексной степи Каспийской низменности. Труды Почв. ин-та АН СССР, т. XXXII, 1950.

Большаков А. Ф. Почвы солонцового комплекса северо-западной части Прикаспийской низменности и способы их освоения. „Почвоведение“, 1954, № 11.

Бурксер Е. С., Федорова Н. Е., Зайдис Б. Б. Атмосферные осадки и их роль в миграции химических элементов через атмосферу. Труды Киевск. геофизич. обсерватории, вып. 1, 1952.

Буров Д. К. Агропроизводственное значение конвекционно-диффузного передвижения и испарения воды из черноземных почв Южной Лади лесостепи Заволжья. „Химизация соц. земледелия“, 1947, № 6.

Буров Д. И. К вопросу о зоне испарения воды в условиях черноземных почв. „Почвоведение“, 1951, № 1.

Буров Д. И. Испарение воды парующей почвой и почвой под растительным покровом в условиях Заволжья. „Почвоведение“ 1952, № 1.

Бэррер Р. М. Диффузия в твердых телах. Перевод с англ. М., ИЛ, 1948.

Варданянц Л. А. О четвертичной истории Кавказа. Изв. ГГР, т. XV, вып. 6, 1935.

Абдуев М. Р. Запасы растительной массы в условиях западной части Каспийской низменности Азербайджана. „ДАН Азерб. ССР“, т. XIX, 1963, № 5.

Абдуев М. Р. О корневой системе полыни в условиях низменности Азербайджана. „Изв. АН Азерб. ССР, сер. биол. и мед. наук“. 1963, № 5.

Абдуев М. Р. Развитие солонцеватости почв при промывках и меры борьбы с ней в условиях подгорных равнин Азербайджана. „Хлопководство“, 1964, № 12.

Абдуев М. Р. Условия формирования и учет поверхностного стока на подгорных равнинах Азербайджана. „Изв. АН Азерб. ССР, сер. биол. наук“. 1965, № 2.

Абдуев М. Р. Водный режим почв подгорных равнин Азербайджана. Труды Ин-та почвоведения и агрохимии АН Азерб. ССР, т. XIII, 1965.

Абрамова М. М. Опыты по изучению передвижения капиллярно-подвешенной влаги при испарении. „Почвоведение“, 1948, № 1.

Абрамова М. М. Передвижение воды в почве при испарении. Труды Почв. ин-та АН СССР, т. 41, 1953.

Абрамов Ф. Г. Определение водопроницаемости почв при дождевании и выпадении естественных дождей. „Почвоведение“, 1954, № 11.

Абрамова М. М., Большаков А. Ф., Орешкина И. С., Роде А. А. Испарение из почвы подвешенной влаги. „Почвоведение“, 1956, № 2.

Агабабян В. Г., Рафаэлян А. С. Динамика щелочности в мелиоративных содовых солончаках. Труды Ин-та почв. и агрохимии МП и З с/х пром. Арм. ССР, вып. II, Ереван, 1963.

Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л., 1953.

Алиев А. Г. Петрография третичных отложений Азербайджана. Баку, 1949.

Алиев Г. А. Почвы низовий рек юго-восточного склона Большого Кавказа. Изд. АН Азерб. ССР, 1948.

Алиев С. А. Запас растительных остатков в почвах Азербайджана. „ДАН Азерб. ССР“, т. XIII, 1957, № 5.

Алиев С. А. О годичном приросте и разложении корневых остатков растительности в почвах Азербайджана. „ДАН Азерб. ССР“, 1960, № 4.

Айдинян Р. Х. Состав золы лугово-степной растительности Каменной степи и его влияние на образование почвенных минеральных коллоидов. „Почвоведение“, 1954, № 1.

Акимцев В. В. Осоложение почв в Восточном Закавказье. „Почвоведение“, 1947, № 1.

Антипов-Каратай И. Н., Зайцев А. А. Комплексный метод мелиорации солонцовых земель каштановых почв Поволжья в условиях орошения. Сб. „Проблемы советского почвоведения“, 1946, № 14.

Антипов-Каратай И. Н., Пак К. П., Филиппова В. Н. Поднятие плодородия солонцовых почв при орошении в условиях травопольной системы земледелия. „Сов. агрономия“, 1951, № 2.

Антипов-Каратай И. Н. О коренном улучшении солонцовых земель каштановой и бурой зон. „Почвоведение“, 1954, № 7.

Антипов-Каратай И. Н., Мамаева Л. Я. О доступных лабораторных методах определения степени солонцеватости почв. „Почвоведение“, 1955, № 8.

Антипов-Каратай И. Н. Мелиорация солонцов в СССР. Докл. VI междунар. конгр. почвоведов. М., 1956.

Антипов-Каратай И. Н., Пак К. П., Филиппова В. Н., Самбуру Г. И. Мелиорация солонцов в СССР. М., Изд. АН СССР, 1953.

Антонов П. Л. О диффузионной проницаемости некоторых глинистых горных пород. Труды НИИ геофизич. и геохим. методов разведки, вып. 2, 1954.

Арань Ш. Классификация засоленных почв Большой Венгерской низменности. „Почвоведение“, 1956, № 7.

Арань Ш. Мелиорация засоленных почв. „Почвоведение“, 1957, № 7.

Аристов С. Г. О происхождении бугристо-западинного микрорельефа на делювиально-пролювиальной равнине Мугани. „Почвоведение“, 1952, № 2.

Аристов С. Г. Проект планировки поселка колхоза им. Н. Нариманова Сиазанского района. Почвенная характеристика. Фонд Азгипроводхоза, 1957.

Астапов С. В. Промывка засоленных земель. Сельхозгиз, 1942.

Афанасьева Е. А. К вопросу о происхождении и эволюции черноземных почв. „Почвоведение“, 1946, № 6.

Ахмедсафин У. М. Воды такыров и возможность их использования для отгонного животноводства. „Вестник АН Казахской ССР“, 1947, № 6.

Базилевич Н. И. Особенности круговорота зольных элементов и азота в нескольких почвенно-растительных зонах. „Почвоведение“, 1955.

Базилевич Н. И. Малый биологический круговорот зольных веществ и азота при лугово-степном почвообразовании. „Почвоведение“, 1958, № 12.

Базилевич Н. И., Кузнецова Т. Б., Шелякиной О. А. Солевой профиль такыров. В сб. „Такыры Западной Туркмении и пути их сельскохозяйственного освоения“. М., 1956.

Вайдов В. М. Гидрографические условия Ленкоранской низменности и горного Талыша. В кн.: „Геология Азербайджана. Гидрография“. Изд. АН Азерб. ССР, 1961.

Васильев И. С. Водный режим главнейших почвенных разностей Малого Шекинского междуречья. Труды Почв. Ин-та им. Докучаева АН СССР, т. XVI, 1937.

Великанов М. А., Соколовский Д. Л. Основная климатическая характеристика среднего многолетнего коэффициента речного стока. Изв. ГГИ, 21, 1928.

Великанов М. А. Гидрология суши. 1937.

Вернадский В. И. Биосфера, тт. I, II, Л., 1926.

Вернадский В. И. Биогеохимические очерки. Изд. АН СССР, 1940.

Виленский Д. Г. Засоленные почвы, их происхождение, состав и способы улучшения. М., 1924.

Виленский Д. Г. Исследование засоленности почв равнины Богаз и состава воды реки Сумгайтчай в Азербайджанской ССР. Уч. зап. МГУ, вып. 18, 1938.

Вильямс В. Р. Почвоведение. Изд. соч. в 2 томах, т. II, 1949.

Виноградов А. П. К химическому познанию биосферы. „Почвоведение“, 1945, № 7.

Витинь Я. Количество  $Cl^-$  и  $SO_4^{2-}$ , поступающих в почву с атмосферными осадками. Журнал опытной агрономии, кн. 1, 1911.

Вознесенский А. С. К вопросу о динамике общей щелочности солонцеватых почв. Бюлл. Зак. ОНИВХ, № 6. Тифлис, 1931.

Вознесенский А. С. Промывка на монолитах засоленных почв Южной Мугани. Зак. НИИВХ, 1938.

Вознесенский А. С., Дунамалин В. С. Влияние физико-химических свойств почвы на эффективность выщелачивания солей. Тифлис, 1940.

Вознесенский А. С., Дунамалин В. С. Лабораторное изучение солеотдачи и водоотдачи засоленных почв. МОС—Зак. НИИВХ, 1940.

Волобуев В. Р. Почвенный очерк Прикуринской полосы Юго-Восточной Ширвани. Тр. АзФАН ССР, т. 11/58, 1937.

Волобуев В. Р. Размеры и типы засоления в Азербайджане. Пробл. сов. почвовед. сб. 13, 1940.

Волобуев В. Р. Предупреждение и борьба с засолением почв. АзФАН, Баку, 1941.

Волобуев В. Р. Четвертичные колебания уровня Каспия и засоление почв Восточного Закавказья. „Почвоведение“, 1945, № 9—10.

Волобуев В. Р. Основные вопросы генезиса и мелиорации засоленных земель Азербайджана. „Изв. АН Азерб. ССР“, вып. III, 1946, № 12.

Волобуев В. Р. О критическом уровне грунтовых вод, засоляющих почву. „ДАН Азерб. ССР“, т. II, 1946, № 8.

Волобуев В. Р. Устройство поверхности Юго-Восточной Ширвани. „ДАН Азерб. ССР“, 1947, № 8.

Волобуев В. Р. О солеустойчивости хлопчатника в полевых условиях Кура-Араксинской низменности. „Изв. АН Азерб. ССР“, 1947, № 9.

Волобуев В. Р. Устройство поверхности Мильской степи. „ДАН Азерб. ССР“, т. IV, № 3, 1948.

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 некоторых географических закономерностях засоления почв Кура-Араксинской низменности. „Изв. АН Азерб. ССР“, 1940, № 4.

Волобуев В. Р. О вопросах классификации засоленных почв. „ДАН Азерб. ССР“, т. VII, 1951, № 11.

Волобуев В. Р. О мелиоративных типах земель. „ДАН Азерб. ССР“, 1951, № 12.

Волобуев В. Р. О химико-географических закономерностях засоления почв Кура-Араксинской низменности. „Почвоведение“, 1951, № 2.

Волобуев В. Р. О солонцеватости почв Кура-Араксинской низменности. Тр. ин-та почвовед. и агрохимии АН Азерб. ССР, т. VI, 1953.

Волобуев В. Р. Почвы Кура-Араксинской низменности. В кн. „Почвы Азербайджанской ССР“, Баку, 1953.

Волобуев В. Р. О промывных нормах при мелиорации засоленных земель. „Гидротехника и мелиорация“, 1959, № 12.

Волобуев В. Р. Опыт классификации почв Азербайджана. „Изв. АН Азерб. ССР“, 1960, № 1, 3.

Волобуев В. Р. Промывка и дренаж засоленных почв. „Пробл. засол. почв и водн. источн.“ М., Изд. АН СССР, 1960.

Волобуев В. Р. Экология почв. Баку, Изд. АН Азерб. ССР, 1963.

Волобуев В. Р. Генетические формы засоления почв Кура-Араксинской низменности. Баку, 1965.

Воробьев Л. А. Солонцы Западного Прикаспия. Автореф. канд. дисс., М., 1956.

Высоцкий Г. Н. К вопросу о солонцах и соленосных грунтах. „Почвоведение“, 1930, № 2.

Высоцкий Г. Н. О глубокопочвенном (пленопочвенном) почвоведении. „Почвоведение“, 1934, № 6.

Высоцкий Г. Н. Избранные сочинения, т. 1, 1962.

Гевельсон Т. А. Материалы к выяснению участия растительности в процессе континентального соленакопления. Сб., посвящ. пам. акад. К. К. Гедройца. Труды Почв. ин-та АН СССР, т. 9, 1934.

Гедройц К. К. Избранные сочинения т. 3, М., 1955.

Генкель П. А. Исследования по физиологии засухоустойчивости. Тезисы к докт. дисс. Пермь, 1939.

Генкель П. А. Устойчивость растения к засухе и пути ее повышения. Тр. Ин-та физиол. растен. им. Тимирязева АН СССР, т. 5, вып. 1, 1946.

Геология Азербайджана. Петроография. Баку, Изд. АН Азерб. ССР, 1952.

Геоморфология Азербайджана. Баку, изд. АН Азерб. ССР, 1959.

Герасимов И. П., Иванова Е. Н. Процессы континентального соленакопления в почвах, породах, подземных водах и озерах Кулундинской степи (Западная Сибирь). Труды Почв. ин-та АН СССР, т. IX, 1934.

Герасимов И. П., Иванова Е. Н. О географических типах солевого баланса и формах солеобмена в коре выветривания. Пробл. физич. географии, III, 1936.

Гилис М. Б. К вопросу о передвижении удобрений в почве путем диффузии. Труды ВИУАА, вып. 7, 1935.

Гиркина Л. А. Зоны машинного орошения Ахсунинского массива северо-восточной части Ширванской степи. Фонд Азгипроводхоза, 1950.

Голодковский Л. И., Голодковская Л. Л. Корневая система люцерны и плодородие почвы. Ташкент, 1937.

Голуш Б. М. О подвижности солей в растениях. Ботанич. журн., т. XXXIX, 1954, № 4.

Голуш Б. М., Шаврыгин П. И. Значение состава золы некоторых видов дикорастущих растений в почвообразовании Барыбы. „Почвоведение“, 1951, № 12.

Горбунов Н. И., Бекаревич Н. Е. Природа образования почвенной корки и меры борьбы с ней. „Почвоведение“, 1951, № 4.

Гордеева Т. К. К биологии полушин черной *Artemisia pauciflora* Web. Тр. БИН АН СССР, сер. III, Геоботаника, вып. 11, М.—Л., 1957.

Григорьев А. А. О химической географии. Сб. Акад. В. И. Вернадскому к пятидесятилетию научн. и педагогич. деятельности, т. 11, М., изд. АН СССР, 1936.

Гроссгейм А. А. Очерк растительности Кура-Араксинской низменности. Мат-лы к общ. схеме исп. водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, вып. 4, 1932.

Гуменюк А. И. О возможности засоления солонцовых почв при орошении за счет солей их солевых горизонтов. „Почвоведение“, 1957, № 12.

Гурский А. В. Несколько слов о степях, полупустынях и пустынях. Бот. журн. СССР, 1945, № 6.

Гусейнов Д. М. Химическая мелиорация и потребность в удобрении почв района Самур-Дивичинского канала. Баку, Изд. АзФАН СССР, 1941.

Давыдов И. Я. Зависимость глубин зоны концентрации солей в грунтах от глубин залегания уровня грунтовых вод. „Изв. АН Азерб. ССР“, 1953, № 12.

Дараб К. Вторичное засоление орошаемых почв Венгерской низменности. „Почвоведение“, 1955, № 11.

Димо Н. А. Влияние искусственного орошения и повышенного увлажнения на процессы почвообразования и перемещения солей в почвогрунтах Голодной степи Самаркандской области. Саратов, 1911.

Димо Н. А. Главнейшие типы засоления почв и грунтов на территории России. Ежегодник отд. земельных улучшений, ч. 1, 1913.

Димо Н. А. Земельный фонд Кура-Араксинской низменности. „Почвы сов. субтропиков“, М., 1936.

Димо Н. А. Почвы Азербайджана и борьба с их засолением. В кн. „Субтропические культуры Азербайджана“. Тр. ВАСХНИИЛ, М.—Л., 1937.

Димо Н. А. Земельный фонд и явления засоленности почв в республике Закавказья. „Проблемы советского почвоведения“ сб. 13, 1941.

Докучаев В. В. Русский чернозем. СПб, 1883; см. также Соч., т. III, 1949.

Долгов С. И. Влияние строения почвы на испарение из нее воды. Тр. ВИУАА, вып. 18, 1937.

Долгов С. И. О формах и состоянии почвенной влаги. „Почвоведение“, 1945, № 7.

Долгов С. И. Исследование подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. Изд. АН СССР, М., 1948.

Долгов С., Егоров В., Житкова А. О рациональных приемах освоения и использования земель Мильской степи. Ж. „Соц. с/х Азербайджана“, 1955, № 3.

Долгов С. И., Каменева З. И. Диффузное перемещение в карбонатном суглинке. Тр. ВИУАА, вып. 18, 1937.

Долгов С. И., Сухенко В. Ф. Эффективность производственных промывок засоленных земель в Мильской степи Кура-Араксинской низменности. „Гидротехника и мелиорация“, 1954, № 8.

Егоров В. В. История формирования, природные особенности и перспективы хозяйственного освоения дельты р. Куры. „Пробл. физич. географии“, т. XVII, 1951.

Егоров В. В. Засоленные почвы и их освоение. М., 1954.

Егоров В. В. Почвообразование и условия проведения оросительной мелиорации в дельте Араво-Каспийской низменности. М., Изд. АН СССР, 1959.

Егоров В. В., Захарьина Г. В. Зависимость размеров засоления верхних горизонтов почв от глубины грунтовых вод. „ДАН СССР“, т. 109, 1956, № 4.

Егоров В. В., Зимовец Б. А. и др. Влияние комплексности почвенного покрова на эффективность влагозарядкового орошения по крупным чекам. „Почвоведение“, 1965, № 10.

Егоров В. В., Муратова В. С., Захарьина Г. В. Мильская степь (отчет о почвенно-мелиоративных исследованиях). М., 1951.

Жилинский И. Очерк работ экспедиции по орошению на Юге России и Кавказе. СПб., 1882.

Зайков Б. Д. Карта среднего годового стока Европы. Тр. ГГИ, вып. 6, Л., 1938.

Зайков Б. Д. Средний сток и его распределение в году на территории СССР. М.—Л., Гидрометеоизд., 1946.

Зайков Б. Д., Белинков С. Ю. Средний многолетний сток рек СССР. Тр. ГГИ, вып. 2, Л., 1937.

Затенская Н. П. Поровые воды глинистых пород и их роль в формировании подземных вод. М., Изд. АН СССР, 1963.

Захаров С. А. Почвы Мильской степи и содержание в них легкорастворимых солей. СПб., 1912.

Захаров С. А. Почвы низменности Кура-Аракса. В кн. „Мат-лы. к общей схеме использования водн. ресурсов Кура-Араксинского бассейна“, вып. 4, Тифлис, 1932.

Захаров С. А. Изучение водопроницаемости почв в поле при помощи дождевания. Физика почв ССР. Сельхозгиз, 1936.

Захарьина Г. В. Сезонный и многолетний солевой режим орошаемых и залежных земель Мильской и Муганской степей. Труды Почв. ин-та АН СССР им. Докучаева, т. 54, 1958.

Земятченский П. А. Орография, геология, почвы и грунтовые воды. „Пады“ им. В. Л. Нарышкина. СПб., 1894.

Зеин С. В. О типах рассоления почв при орошении. Тр. комиссии по ирригации, вып. 9, 1937.

Иванов Д. В. Муганская оросительная сеть в агрохимическом освещении. Наркомзем. Баку, 1930.

Иванова Е. Н., Розанов А. Н. Классификация засоленных почв. „Почвоведение“, 1939, № 7.

Иванова Е. Н., Левина Ф. Я. Солонцовые комплексы Прикаспия. К 60-летию жизни и 33-летию научной и пед. деят. И. В. Тюрина. „Почвоведение“, 1952, № 12.

Измайловский А. А. Избр. соч. М., Сельхозгиз, 1949.

Имасеки Т. Количество и состав атмосферных осадков в Нишигараха (близ Токио) при сельскохозяйственной опытной станции. „Почвоведение“, 1930.

Исаев Я. М. Полярная полупустыня зимних пастбищ Азербайджана. Тр. Ин-та ботаники АН Азерб. ССР, т. 20, 1957.

Исафилов Г. Ю. О режиме грунтовых вод Кура-Араксинской низменности. Уч. зап. АГУ, 1956, № 1.

Казакевич Л. И. Экология корневых систем. Краткий отчет о работе. Отд. приклад. ботаники за 1924 г. Саратов, 1925.

Калинин М. Ф. Почвы Мильской степи. Труды Тифлисского ботанического сада, вып. XII, кн. 3, 1914.

Камерон и Петтен. Распределение растворенных веществ между водой и почвой. Из рефер. Ж. 1909, ОА, № 2.

Качинский Н. А. Корневая система растений в почвах под олиственного типа. Тр. Моск. обл. с/х опытн. станции, вып. 7, 1925.

Качинский Н. А. Опыт агромелиоративной характеристики почв. М., 1934.

Качинский Н. А., Долгополова Н. Н., Осин Д. Д. Физические свойства почв равнины Богаз в Азербайджане. Уч. зап. МГУ, вып. 17, М., 1937.

Качинский Н. А. Почвенно-мелиоративный очерк равнины Богаз в Азербайджане. Уч. зап. МГУ, вып. 17, М., 1937.

Качинский Н. А. Методы механического и микроагрегатного анализа почв. М., 1943.

Келлер Б. А. Накопление солей внутри растений и засоление почвы. Труды Бот. опытн. станции, т. 1, 1929.

Келлер Б. А. Растение и среда. Тр. лаб. эвол. эколог. растений, т. 1, 1940.

Келлер Б. А. Явления крайней солеустойчивости у высших растений в ликой природе и проблема приспособления. Тр. лаб. эвол. морфолог. и эколог. АН СССР, т. 1, 1940.

Келлер Б. А. Избр. соч., М., 1951.

Керзум П. А., Грабовская О. Л. Засоление почвами Вахшской долины. В кн. „Засоление почв Вахшской долины и меры борьбы с ним“. Изд. АН СССР. 1940.

Ковда В. А. Солончаки и солонцы. Изд-во АН СССР, 1937.

Ковда В. А. Вопросы засоления и рассоления почв Каспийской низменности в связи с ее ирригацией. „Почвоведение“, 1941, № 5.

Ковда В. А. Биологические циклы движения и накопления солей. „Почвоведение“, 1944, № 4-5.

Ковда В. А. Процессы почвообразования в дельтах и поймах рек континентальных областей СССР. „Пробл. сов. почвоведения“, сб. № 14, 1946.

Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. т. I и II, изд. АН СССР, 1946, 1947.

Ковда В. А. Повышение плодородия и мелиорация почв в орошаемых районах. „Почвоведение“, 1954, № 7.

Ковда В. А. Геохимия пустынь СССР. Докл. V междунар. конгр. почвоведов. М., Изд. АН СССР, 1954.

Ковда В. А. Минеральный состав растений и почвообразование. „Почвоведение“, 1956, № 1.

Ковда В. А. Основы теории и практики мелиорации и освоения засоленных почв аридной зоны. „Пробл. засол. почв и водн. источников“. М., Изд. АН СССР, 1960.

Ковда В. А., Большаков А. Ф. О мелиорации солончаков Каспийской низменности методом плантажа. „Пробл. сов. почвоведения“, сб. 6, 1938.

Ковда В. А., Самбуру Г. Н., Розов Н. Н. Как улучшить и освоить солонцы? Изд. АН СССР, 1950.

Ковда В. А., Егоров В. В., Морозов А. Т., Лебедев Ю. П. Закономерности процессов соленакопления в пустынях Агано-Каспийской низменности. Труды Почв. ин-та АН СССР им. Докучаева, т. 44, 1954.

Ковда В. А., Строганов Б. Н., Егоров В. В., Муратова В. С. Классификация почв по степени и качеству засоления в связи с солеустойчивостью растений. М.-Л., 1960.

Колясев Ф. Е. Результаты исследований по движению воды в почве при различных разностях. Сб. труд. по агроном. физике, в. 4, 1948.

Колясев Ф. Е. О подвижности воды в почве и путях ее регулирования. „Почвоведение“, 1957, № 4.

Комарова Н. А. О диффузии солей в почвах. „Пробл. сов. почвоведения“, сб. 4, 1937.

Кравков С. Н. Опыты над движением в почве воды и растворов солей. „Почвоведение“, 1901, № 1.

Коровин Е. П., Гринитов И. И. Общие закономерности в распределении растительности. Сб. „Усть-Урт (Кара-Калпакский), его природы и хозяйство“. Ташкент, 1949.

Костиненко Г. И. О капиллярно-подвешенной воде в почвах и грунтах. „Почвоведение“, 1951, № 9.

Коссович П. С. Водные свойства почв. ЖОА, т. 5, 1904.

Коссович П. С. Почвообразовательные процессы как основа генетической почвенной классификации. Журн. опыты. агрономии, т. XI, 1910.

Коссович П. С. Солонцы, отношение к ним растений и методы определения солонцеватости почв. Журн. опыты. агроном. т. XI, 1910.

Костычев П. А. Почвы черноземной области России. СПб., 1886.

Кузьмин С. Н. Водный баланс и засухоустойчивость растений Аниперона в связи с особенностями строения их корневых систем. Труды по приклад. бот., генет. и селекц., т. 23, вып. 2, 1930.

Культиасов М. В. Материалы по изучению испарения и корневых систем весенних эфемероф. Бюлл. Среднеазиатск. гос. ун-та, 1925, № 10.

Кулошвили И. С. Проектное задание второй очереди Самур-Дивичинского канала. Инженерная геология. Фонд ин-та Азгипроводхоз. Баку, 1948.

Куини В. Н. К вопросу о снабжении пресной водой скотоводов в Туркменских Кара-Кумах. Изв. Гос. гидр. ин-та, 1932, № 52.

Куини В. П. Вода в пустыне. Наша страна, 1941, № 4.

Куини В. Н. Подземные воды Кара-Кумов. Геол. ин-т Туркм. ФАН СССР и Ин-т геогр. АН СССР. 1944.

Куини В. Н., Лещинский Г. Т. Временный поверхности сток и искусственное формирование грунтовых вод в пустыне. Изд. АН СССР, М., 1960.

Лагунова Е. П. Роль корневых масс в рассолонцевании почвы. „Почвоведение“, 1952, № 1.

Лагунова Е. П. Роль растительности в изменении солончаковых почв Юго-Восточной Ширвани. Труды Почв ин-та АН СССР, т. XLVII, 1955.

Лагунова Е. П. Корневые системы культурной растительности в условиях освоения такыров. В сб. „Такыры Зап. Туркмении и пути их сельскохозяйственного освоения“. М., 1956.

Ларин И. В. Материалы по динамике растительной массы и химических веществ травостоя в течение вегетационного периода в различных зонах СССР. Тр. Ин-та физ. географ., вып. 21, М.—Л., 1936.

Лебедев А. П. Почвенно-мелиоративные условия Прикуринской полосы на участке Халса—Аджикабул. Изд. АН СССР, 1949.

Лебедев А. Ф. О движении солей в почвах, имеющих влажность различных категорий. Труды Почв. ин-та им. Докучаева АН СССР, вып. 3—4, 1930.

Лебедев А. Ф. Почвенные и грунтовые воды. М.—Л., 1936.

Лебедев Ю. П. Основные пути мелиорации засоленных почв Каракуль-Бухарского оазиса. „Почвоведение“, 1952, № 5.

Легостаев В. М. Промывные поливы на засоленных землях. „Хлопководство“, 1957, № 10.

Летунов П. А., Музичук И. Ф., Лапшина А. Н. Передвижение солей с капиллярно-подвешенной водой. Сб. памяти Вильямса. М., 1942.

Лобанов Т. А. Значение обменных кальция и натрия в мелиорации почв. Тр. Почв. ин-та им. Докучаева АН СССР, т. XLVII, 1955.

Лопато Ю. Г. К вопросу о засолении почв при орошении. Саратов, 1932.

Лукашев К. И. Зональные геохимические типы коры выветривания на территории СССР. Минск, 1956.

Лукашевич С. И. Геологические и гидрогеологические условия р. Куры у с. Мингечеауру. Мат-лы к общ. схеме использ. водн. ресурс. Кура-Араксинск. бассейна, вып. 6, 1932.

Львович М. И. Элементы водного режима рек земного шара. М.—Свердловск, Гидрометеоиздат, 1945.

Лыков А. В. К теории миграции влаги внутри почвы. „Почвоведение“, 1951, № 9.

Магомедов А. Д. Просачивание ливневых и талых вод в отдельные типы почв. „Почвоведение“, 1950, № 6.

Максимов Н. А. Развитие учения о едином режиме и засухоустойчивости растений от Тимирязева до наших дней. М.—Л., 1944.

Максимюк Г. П. Изменение химического состава и физико-химических свойств солончаковых солонцов в результате промывок. Труды Почв. ин-та им. Докучаева АН СССР, т. 54, 1961.

Малахов В. А. Гидромодуль хлопчатника на засоленных землях Казахстана и опыт промывки засоленных почв в бездренажных условиях. Тез. докл. на совещ. при Почв. ин-те им. Докучаева, 1939.

Малыгин В. С. О солонцах, засолении новых площадей под влиянием искусственного орошения и о мерах борьбы—с солонцами. Тр. съезда хлопководов в Ташкенте в 1912 г., т. II, Ташкент, 1913.

Малыгин В. С. Новый метод удаления солей из солонцов промывкой снизу на поверхность. Бюлл. № 3 ВНИИГиМ, М., 1934.

Маянов А. П. Физические свойства почв и корневые системы растений в пределах Юго-Западного Приуралья. Уч. зап. МГУ, XII, 1937.

Маянов А. П. Передвижение капиллярно-подвешенной воды в почве. Уч. зап. Сарат. ГУ, т. 15, вып. 1, 1940.

Мамотов И. Ф. Растительные комплексы Усть-Урта. Ташкент, 1953.

Мелиорация солонцов в СССР. М., 1953.

Минашина Н. Г. Серо-коричневые галечевые (гипсонасные почвы Кировабадского массива Азерб. ССР). Тр. Почв. ин-та им. Докучаева АН СССР, т. 54, 1958.

Минервин В. Н. Пути развития кормовой базы Кара-Кумов. Пробл. Туркмении, т. 2, 1935.

Минкин Е. Л. Некоторые вопросы прогноза солевого баланса территорий нового орошения. „Почвоведение“, 1957, № 9.

Можейко А. М. Солонцовные почвы Украины и их химическая мелиорация. Тр. комитета по ирригации, 1936, № 6.

Морозов А. Т. Фильтрация в послойно-неоднородных грунтах. Труды ВНИИГиМ, т. XII, 1935.

Морозов А. Т. Закономерности передвижения растворов в почвах и грунтовых водах. Тр. VIII сессии АН ТССР, Ашхабад, 1956.

Музичук И. Ф. Скорость вымывания солей в зависимости от фильтрационных свойств почвы. Сб. авторефераторов ВИУАА за 1932—1934 г., М., 1936.

Муралов А. С. Вынос солей дренажным стоком Мугано-Сальянского массива Азерб. ССР. Автореф. канд. дисс., Баку, 1964.

Муратова В. С. Солонцы Мильской аллювиальной равнины (Кура-Араксинская низменность). „Почвоведение“, 1959, № 9.

Муратова В. С. Перемещение солей при орошении почв Мильской равнины. В кн. „Мелиорация почв Кура-Аракс. низм.“, М., 1962.

Мусаев И. Ф. Сезонное развитие и продуктивность полынных и солянковых пастбищных сообществ Северо-Дагестанской низменности. Бот. ж., т. XLV, 1960, № 7.

Мустафаев М. А. Мелиоративные условия участков первой очереди орошения земель колхозов им. Н. Нариманова Слизанского района и им. Ленина Сумгантского района. Фонд Ин-та Азгипроводхоз, 1957.

Мынбаев Т. Т. Особенности развития корневой системы кукурузы в глинистых почвах Центр. Казахстана. „Изв. АН Казахск. ССР, сер. бот. и почв.“, вып. 1 (10), 1961.

Новикова А. В. Мелиорация солонцов Крыма. Крымиздат, 1953.

Новикова А. В. К вопросу о генезисе и повышении плодододия керчинских солонцов развивающихся на третичных глинах. „Почвоведение“, 1954, № 11.

Нунупаров М. С. Опыт промывки засоленных земель в условиях сочетания мелкого дренажа с глубоким в колодце им. Низами Сальянского массива. Тр. совет. по мелиорации. Баку, 1954.

Нунупаров М. С. Первые результаты мелиоративных мероприятий, осуществленных в Кура-Араксинской низменности. „Применение дренажа при освоении засоленных земель“, М., Изд. АН СССР, 1958.

Оганов А. И., Бабаян М. С. Гидрогеологические условия Кобыстано-Апшоронского массива. В кн.: „Геология Азербайджана. Гидрогеология“, Баку, Изд. АН Азерб. ССР, 1961.

Оганесян А. П. Солеустойчивость некоторых сельскохозяйственных культур. „Почвоведение“, 1954, № 10.

Окинина Н. А. Химико-минералогическая характеристика хвалынских глинистых пород левобережья р. Ахтубы и процессы диффузии и диффузионного выщелачивания солей в них. Автореф. канд. дисс. М., 1955.

Окинина Н. А., Приклонский В. А. Процессы диффузии и диффузионного выщелачивания в глинах и их инженерно-геологическое значение. Совет. по пробл. и использ. глин. Тез. докл. Львов, 1957.

Ольдокоп Э. Об испарении с поверхности речных бассейнов, 1911.

Орловский П. В. Основные приемы окультуривания солонцов в Западной Сибири (в неполивных условиях). „Почвоведение“, 1955, № 3.

Отоцкий И. В. Режим грунтовых вод. „Почвоведение“, 1915; № 1—3; 1916, № 3—4.

Пак К. П. Влияние различных мелиораций солонцовых почв на урожай сельскохозяйственных культур. В кн. „Мелиорация солонцов в СССР“, М., 1953.

Пак К. П. Многолетние травы, их мелиоративная роль. В кн. „Мелиорация солонцов в СССР“, М., 1953.

Пак К. П. Опыт по мелиорации солонцов на стационаре (схема оросов, севообороты и поливы). В кн. „Мелиорация солонцов в СССР“, М., 1953.

Пак К. П. О системе мелиоративной вспашки солонцовых почв. Тр. лабор. почвовед., т. II, вып. 1, 1954.

Панков М. А. Процессы засоления и рассоления почв Голодной степи. Ташкент, 1962.

Парфенова Е. И. Основные представления Б. Б. Полынова о геохимии ландшафта. „Почвоведение“, 1957, № 9.

Перельман А. И. Миграционная способность химических элементов в коре выветривания. В кн. „Кора выветривания“, вып. 2. М., 1956.

Першина М. М., Додолина В. Т. Основные черты биологического круговорота веществ в подсолнечниковых степях. Изв. ТСХЛ, вып. 5 (42), 1961.

Петров Е. Г. Опыт изучения засоления и меры борьбы с ним в совхозе Пахтакар. Бюлл. ВНИИГиМ, 1934, № 3.

Полынов Б. Б. Определение критической глубины залегания уровня засоляющей почву грунтовой воды. „Изв. Сект. гидротехн. и гидротехн. сооружений“, вып. XII, М.—Л., 1930.

Полынов Б. Б. Процессы засоления и рассоления и солевой профиль почв. Тр. комитета по ирригации, т. 1, вып. 1, 1933.

Полынов Б. Б. Кора выветривания, ч. 1. АН СССР, Л., 1934.

Полынов Б. Б. Геологический и биологический циклы в почвообразовании. Юбил. сб. к 50-летию науч.-педагогической, общ.-полит. деятелей акад. В. Р. Вильямса. М., 1935.

Полынов Б. Б., Быстров С. В. Об изменениях растворов солей, циркулирующих в почвах. „Почвоведение“, 1932, № 3.

Понятовская В. М. Учет обилия и характера размещения растений в сообществах. Поле вая геоботаника, т. III, М.—Л., 1964.

Попович Ф. Я. Корневые системы растений солонцевато-солончакового комплекса Присивашья. Бот. журн. 1937, № 5.

Почвы Азербайджанской ССР. Баку, 1953.

Преображенский А. С. Почвы Ленкоранской Мугани. Труды АзФАН СССР, т. XI, 1935.

Преображенский А. С. Изменение солевого режима почв подгорного склона Мильской степи в результате искусственного орошения. ДАН Азерб. ССР, т. II, 1940, № 6.

Приклонский В. А. Гидрогеологический очерк Мильской степи. Мат-лы к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, вып. X, 1930.

Приклонский В. А. Гидрогеологический очерк низменности восточного Закавказья. Мат-лы к общей схеме использования водных ресурсов Кура-Араксинского бассейна, вып. 8, Тифlis, 1932.

Приклонский В. А. Формирование грунтовых вод в засушливых областях на примере Кура-Араксинской низменности. Изв. АН СССР, сер. геол., 1946, № 4.

Приклонский В. А., Окнина Н. А. К вопросу о диффузии солей в глинистых породах. Тр. лабор. гидрог. пробл. им. Ф. П. Саваренского, т. XXII, 1959.

Прохоров В. М., Чан-Дань-Ин. Диффузия  $Ca^{2+}$  в почве. „Почвоведение“, 1963, № 7.

Рабочев И. С. Способы повышения эффективности промывной нормы при освоении засоленных перелогов. „Сов. хлопок“, 1, 0, № 9.

Рабочев И. С. Травопольные севообороты на засоленных землях. Ашхабад, 1953.

Рабочев И. С. Мелиорация засоленных почв Туркменистана. Ашхабад, 1953.

Рабочев И. С. Засоляют ли растения почву? „Хлопководство“, 1958, № 9.

Рабочев И. С. Мелиорация засоленных почв долины реки Аму-Дарыи. Докт. дисс. Ашхабад, 1961.

Ратнер Е. И. Влияние обменного натрия в почве на рост растений и физические свойства почвы. „Химизация с.-х. земледелия“, 1935, № 3.

Ратнер Е. И. Минеральное питание растений и поглотительная способность почв. Изд. АН СССР, 1950.

Ратнер Е. И. Питание растений и жизнедеятельность их корневых систем. Тимирязевские чтения, XVI, М., 1958.

Рачковская Е. И. Биология пустынных полукустарничков. Автореф. дисс. БИН АН СССР, 1953.

Рачковская Е. И. Подземные части растительных сообществ таекров и пустынных полукустарничков Юго-Западной Туркмении. В сб. „Такыры Западной Туркмении и пути их сельскохозяйственного освоения“, М., 1956.

Рачковская Е. И. К биологии полупустынных полукустарничков. Тр. БИН АН СССР, сер. III – Геоботаника, вып. 11, М.–Л., 1957.

Рашевская И. М. К вопросу о методах определения суммы сульфатов в почвах и об обволакивании глины карбонатами. „Почвоведение“, 1954, № 9.

Ремезов Н. П. О роли леса в почвообразовании. „Почвоведение“, 1953, № 12.

Ремезов Н. П. О соотношении между биологической аккумуляцией и элювиальным процессом под пологом леса. „Почвоведение“, 1956, № 6.

Ремезов Н. П., Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению биологического круговорота зольных веществ и азота наземных растительных сообществ в основных природных зонах умеренного пояса. Бот. журн., т. 43, 1963, № 6.

Рихтер А. А. Физиологические основы устойчивости расгений Юго-Востока. К вопросу о солеустойчивости. Журн. эл. ген. агрономии Юго-Востока, т. 3, вып. 2, 1927.

Родин Л. Е. О динамике органического вещества и биологического круговорота азота и зольных элементов в некоторых пустынных сообществах. Тр. МОИП, т. III, 1960.

Родин Л. Е. Динамика растительности пустынь. М.–Л., 1961.

Родин Л. Е. Растительность пустынь Западной Туркмении. Л.–М., 1963.

Родин Л. Е., Базилевич Н. И. О круговороте зольных элементов и азота в некоторых пустынных биогеоценозах. Бот. журн., т. 40, 1955, № 1.

Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Малый биологический круговорот и эволюция ландшафтов таекров (на примере Кызыл-Арватской подгорной равнины). В сб. „Такыры Западной Туркмении и пути их сельскохозяйственного освоения“. М., 1956.

Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности. М.–Л., 1965.

Родин Л. Е., Рубцова Н. И. Полукустарничковые полевые и солянковые пустыни. В кн. „Растительный покров СССР“, т. II, 1946.

Роде А. А. Водный режим почв багарной зоны Узбекской ССР. Сообщ. 1. Труды Почв. ин-та им. Докучаева, т. XXV, 1947.

Роде А. А. К вопросу о природе сил, удерживающих в почве „калияно-подвешенную“ влагу. Труды Почв. ин-та им. Докучаева АН СССР, т. XXXII, 1950.

Роде А. А. Почвенная влага. М., 1952.

Роде А. А. О почвенных водах в почвенном стоке. „Почвоведение“, 1954, № 9.

Роде А. А. Испарение из почвы подвешенной влаги. „Почвоведение“, 1956, № 2.

Роде А. А. Научные основы земледельческого освоения полупустыни. Докл. VI Международн. конгресса почвоведов. М., 1956.

Роде А. А. Водный режим почв и его типы. „Почвоведение“, 1956, № 4.

Роде А. А. Методы изучения водного режима почв. М., 1961.

Роде А. А. Водный режим почв и его регулирование. М., 1963.

Роде А. А., Аллэр М. Капиллярная диффузия воды в почве и распределение влажности под паром и под растительностью. „Почвоведение“, 1957, № 6.

Розанов А. Н. Борьба с вторичным засолением в совхозе Пахта-Арал. Сб. „Пробл. сов. почвоведения“, вып. 3. М.—Л., 1940.

Розанов А. Н. Фазы, стадии и типы вторичного засоления почв при орошении. „Пробл. сов. почвоведения“, сб. 14, 1946.

Розанов А. Н. Развитие и современное состояние вторичного засоления почв в совхозе Пахта-Арал. Труды Почв. ин-та. т. 39, 1948.

Розанов А. Н. Серо-коричневые почвы Кура-Араксинской низменности. „Почвоведение“, 1952, № 12.

Розанов А. Н. Почвенно-мелiorативные районы и вопросы освоения засоленных земель Кура-Араксинской низменности. „Почвоведение“, 1953, № 7.

Розанов А. Н. Некоторые особенности методики почвенно-мелiorативных исследований в целях орошения. „Почвоведение“, 1954, № 6.

Розанов А. Н. Новые данные по генезису и мелиорации солонцов СССР. „Почвоведение“, 1955, № 11.

Розанов А. Н. Засоление и мелиорация орошаемых почв. Докл. VI Международн. конгресса почвоведов М., 1956.

Розанов А. Н. Засоление и мелиорация орошаемых почв. В кн. „Применение дренажа при освоении засоленных земель“. Изд. АН СССР, 1958.

Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. М., Сельхозгиз, 1936.

Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. Сельхозгиз, 1956.

Ротмистров В. Г. Передвижение воды в почвах одесского опытного поля. Журн. опыты. агрономии, т. 5, СПб., 1904.

Ротмистров В. Г. Корневая система. Одесское опытное поле, 1909.

Ротмистров В. Г. Сущность засухи по долям одесского опытного поля. Одесса, 1911.

Ротмистров В. Г. Корневая система и урожай. „Сов. агрономия“, 1939, № 8.

Сабольч И. Засоленные почвы Венгрии. „Почвоведение“, 1956, № 11.

Саваренский Ф. П. Кура-Араксинская низменность, ее грунтовые воды и процессы их засоления. „Почвоведение“, 1929, № 1—2.

Саваренский Ф. П. Гидрологический очерк Муганской степи. Тифлис, 1931.

Савинов Н. И. Корневая система растительности целинных участков степей Заволжья и новый метод ее изучения. Сб. памяти В. Р. Вильямса. М., 1949.

Салаев М. Э., Зейналов А. К., Шарифов Э. Ф. Почвы Карабахской равнины (на азерб. языке). Баку, 1955.

Самбури Г. Н. Солонцы УССР и их улучшение. В кн. „Мелиорация солонцов в СССР“. М., 1953.

Сахаров И. П. Влияние обработки почвы на сток малых и ливневых вод. „Почвоведение“, 1955, № 4.

Серик Ф. П. Расчет стока ливневых вод с малых бассейнов. Сб. „Максимальный сток с малых водосборов“. Трансжелдориздат, 1940.

Свешникова В. М. Корневые системы растений Памира, 1952.

Синьковский Л. П. О взаимоотношении *Artemisia zbekistanica* Krasch. et Kudr. с эфемерондами глинистых пустынь Средней Азии. Бот. журн. 1951, № 1.

Советкина М. М. Пастбища и сенокосы Средней Азии. Ташкент, 1938.

Соколов А. В. Определение точности опыта. В кн. „Агрохимические методы исследования почв“. М., 1960.

Соколов С. И. О магниевой солонцеватости почв. В сб. „Исследования в области генезиса почв“. М., 1963.

Соколовский А. Н. Засоленные почвы как солепроявление на земной поверхности. „Почвоведение“, 1941, № 7—8.

Станков И. З. Методы взятия корней в поле. Доклады ВАСХНИИЛ, 1951, № 11.

Станков И. З. Корни и почва. „Земледелие“, 1955, № 10.

Стапрекс В. Я. Трансляционная миграция капиллярно-подвешенной влаги в песчаных грунтах. „Почвоведение“, 1960, № 4.

Строганов Б. П. Растения и засоленные почвы. М., 1958.

Струзэр Л. Р. Результаты исследования водного режима глубоких слоев почв и грунтов в Сальянских степях. „Почвоведение“, 1957, № 4.

Сулейманов Д. М. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия Кура-Араксинской низменности и задачи дальнейших исследований. Изд. АН Азерб. ССР, 1955.

Сулейманов Д. М., Мусаев А. А., Исафилов Ю. Г. Гидрогеологические условия Кура-Араксинской низменности. В кн.: „Геология Азербайджана. Гидрогеология“. Баку, Изд. АН Азерб. ССР, 1965.

Султанов Ю. Г. Некоторые данные об опреснении мелиорированных земель в Сальянской степи. „ДАН Азерб. ССР“, т. XVI, 1960, № 3.

Султанов Ю. Г. Динамика засоления и сельскохозяйственное использование земель Кюркаракашлинского участка Сальянской степи. „Социалистическое сельское хозяйство Азербайджана“, 1960, № 8.

Султанов Ю. Г. Динамика засоленных земель Сальянской степи. Автореф. канд. дисс., Баку, 1951.

Сурман Г. П. Изучение водопроницаемости, стока и смыва на каштановых щебнистых почвах правобережья Нижней Волги в целях их мелиорации. Труды Почв. ин-та им. Докучаева, т. XVIII, 1955.

Сурман Г. П. К методике определения водопроницаемости почвы и ливневого стока. „Почвоведение“, 1962, № 11.

Сухарев И. П. Влияние обработки почвы на талые и ливневые воды. „Почвоведение“, 1955, № 4.

Сушкин С. Я. Солевой режим почв и грунтовых вод в связи с орошением. ВАСХНИЛ, ВИУАА. Труды Ленинград. отд. вып. 20, 1933.

Таиров Ш. Г. Водно-солевая динамика почв по данным Западно-Ширванского почвенно-мелиоративного стационара. Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии АН Азерб. ССР, т. VIII, 1958.

Таиров Ш. Г. Промывка почв Кура-Араксинской низменности с хлоридным и сульфатным засолением в монолитах (на азерб. языке). „Изв. АН Азерб. ССР“, сер. Biol. и мед. наук“, 1961, № 1.

Таиров Ш. Г. Некоторые данные солеотдачи почв делювиальной формы засоления. Тез. докл. III научно-техн. конф. молодых научн. работн. и аспирант. по гидротехн. и мелиорации. Баку, 1963.

Танфильев Г. К происхождению степей. „Почвоведение“, 1928, № 1—2.

Тимирязев К. А. Избр. соч., тт. II и III, Сельхозгиз, 1948.

Титов В. С. Известия Физического института и Института биологии, физики, т. 2, 1922.

Точилов В. И. К вопросу о конденсации влаги воздуха почвой. „Почвоведение“, 1951, № 12.

Трусс П. Влияние кротования и подпочвенного рыхления на водно-солевой режим почв и урожай в условиях Барабы. „Почвоведение“, 1955, № 4.

Тюреминов С. И. Почвы Восточно-Закавказской равнины. Мат-лы по районам Азерб. ССР, т. II, вып. 2, Баку, 1927.

Тюреминов С. И. Общий очерк солончаков Восточного Закавказья. Тр. Кубанского сельскохозяйственного ин-та, т. IV, Краснодар, 1929.

Урсулов А. И. Характер подсыхания почвенного профиля. „Почвоведение“, 1936, № 1.

Усов Н. И. Опыт мелиорирования химическими средствами при орошении солонцеватых и солончаковых почв Юга каштановой зоны. Уч. зап. Сарат. ГУ им. Чернышевского, т. XII, вып. 2, 1934.

Усов Н. И. Динамика почвенных процессов в орошении бурых почв. Уч. зап. Саратовск. ГУ, т. 1 (XIV), 1936.

Усов Н. И. Роль поглощенного магния в образовании солонцовых свойств почвы. Тр. конф. по почвоведению и физиологии культурных растений, т. II, М., 1937.

Усов Н. И. Генезис и мелиорация почв Каспийской низменности. Саратов, 1940.

Федоров Б. В. Сущность „теории“ неизбежного засоления почв при орошении. „Почвоведение“, 1950, № 2.

Федоров Ф. К вопросу о причинах, вызывающих засоление почв и путях их устранения. „Хлопководство“, 1957, № 12.

Федоровский Д. В. Скорость поступления в растение воды и питательных элементов. „Почвоведение“, 1951, № 4.

Федоров С. Ф. Опыт применения дождевальной установки для изучения инфильтрационной способности почв. Тр. ГГИ, вып. 24(78), 1950.

Федоров Б. В., Малахов В., Федорова Е. Засоленные земли Ферганы и их мелиорация. М.—Ташкент, ОГИЗ, 1934.

Фелициант И. П. Опыт использования капиллярного передвижения влаги в солонистых грунтах. „Почвоведение“, 1959, № 3.

Феофарова И. И. Псевдоморфоз кальцита по гипсу. Труды Почв. ин-та им. Докучаева АН СССР, т. 34, 1958.

Феофарова И. И. Определение карбонатов в засоленных почвах микроскопическим методом. Тр. Почв. ин-та АН СССР им. Докучаева, т. 54, 1958.

Ферсман А. Е. Геохимия, т. II, Л., ОНТИ, 1934; т. III, 1937; т. IV, 1939.

Ферсман А. Е. Достижения советской минералогии и химии за последние годы (1929—1934). Л.—М., 1935.

Фигуровский И. В. Климатическое районирование Азербайджана, ч. 2. Климатография АзССР. Баку, 1926. Мат-лы по районированию Азерб. ССР.

Физическая география Азербайджанской ССР. Баку, 1945.

Философов Б. И. Критический режим засоляющих почву грунтовых вод в условиях Мугано-Сальянского массива. Тр. АзНИИГиМ, т. 1, 1948.

Философов В. И., Мехтиев М. М. Определение коэффициента диффузии солей в грунтах методом последовательных экстракций. „Почвоведение“, 1950, № 3.

Флоря И. О накоплении солей в грунтовых водах северо-восточной части Румынской равнины (участок между рекой Бузуз и долиной Кэлмэнчая). „Почвоведение“, 1956, № 7.

Францессон В. А., Галкин М. Г. Новые данные о солонцовом процессе почвообразования. Химизация соц. земледелия, 1923, № 5.

Хани В. Е., Шарданов А. И. Геологическая история и строение Куриńskiej впадины. Баку, 1952.

Ханыков Н. В. Об изменении уровня Каспийского моря. Вестн. РГО, IV, 1853.

Черненький М. А. Об улучшении солонцов юга УССР. „Почвоведение“, 1955, № 5.

Чернов В. А. О диффузии ионов  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{Cl}^-$  в почвах. Тр. ВИУАА, вып. 7, 1935.

Чернов В. А. Количественные закономерности диффузии анионов в почве. Тр. Почв. ин-та им. Докучаева АН СССР, т. 20, 1939.

Чернов В. А., Гридинина В. В. Диффузия смеси анионов в почве. „Пробл. совет. почвоведения“, сб. 8, М.—Л., 1939.

Шаврыгин П. И. О солонцовых явлениях в тақырах. „Почвоведение“, 1956, № 8.

Шаврыгин П. И., Ладыгин И. Я. Полевые мелкоделяющие опыты по мелиорации тақыров. В сб. „Тақыры Западной Туркмении и пути их сельскохозяйственного освоения“, М., 1956.

Шалыт М. С. Подземная часть некоторых луговых степных и пустынных растений и фитоценозов, ч. I и II. Тр. БИН АН СССР, сер. III; Геоботаника, вып. 6 и 8, 1950 и 1952.

Шалыт М. С., Калмыкова А. А. Корневая система в основных почвенных типах Украины. Бот. журн. СССР, т. 20, 1935, № 4.

Шаповалова О. В. Капиллярное испарение почвенной влаги и его роль в водном режиме почвы. В кн.: „Биологические основы орошения земледелия“. М., 1957.

Шахов А. А. Экологическая и фитоценотическая область солончакового фитоценоза. Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биол., т. 50, вып. 3—4, 1945.

Шахов А. А. Солеустойчивость растений. М., 1956.

Швыряева А. М. Эволюция растительного покрова темноизвестных почв западин в двухчленном комплексе. „Сов. бот.“, 2, 1939.

Шихова М. В. Корневая система растительности солонцовых комплексов. „Почвоведение“, 1940, № 12.

Шошин А. А. К изучению передвижения солей в почве. Изв. Донецк. ин-та сельского хозяйства и мелиорации, IX, 1929.

Шошин А. А. Оздоровление и промывка засоленных земель дельты Куры и Аракса. „Соц. с/х Азербайджана“, 1954, № 1.

Шошин А. А. Промывка и оздоровление засоленных земель в Азербайджане. Тез. докл. научн. сессии, посвящ. гидротехнич. строительству орошению и мелиорации в Азерб. ССР. Баку, 1955.

Шувалов С. А. К вопросу о комплексности почвенно-растительного покрова Усть-Урта. Тр. юб. сессии, посвящен. 100-летию Докучаева. М.—Л., 1949.

Шукевич М. М. Миграция солей в почвах и растениях пустыни. Тр. Почв. ин-та им. Докучаева АН СССР, вып. 2, т. XIX, 1939.

Шульга И. А., Коробова З. П. почвы и условия почвообразования равнины Богаз в Азербайджанской ССР. Уч. зап. МГУ, вып. 18, 1938.

Щербаков Б. И. Растения пустыни. „Природа“, 1960, № 5.

Цыкин Е. М. Исследование инфильтрационных свойств почв при помощи дождевальной установки. Сб. „Сельскохозяйственная эрозия“. Изд. АН СССР, 1956.

Эверсман Э. А. Естественная история Оренбургского края, ч. 1, 1840. В кн.: „Оренбургские степи в трудах П. И. Рычкова, Э. Н. Эверсмана, С. Неуструева“, М., 1949.

Юник Ш. М. Определение щелочности в окрашенных вытяжках. „Почвоведение“, 1957, № 9.

Ястребов М. Т. Новый бур для взятия почвенных монолитов большого объема и его применение для изучения корневых систем растений. „Почвоведение“, 1955, № 5.

Andreas J. Irrigation in Eastern Australia. The Austr. Geographer, 1939, № 6.

Агапу А. The effect of lime on our alkali soils. „Kiserletiigni Koslem“, vol. 29, 1926.

Arany A. Reclamation and utilization of alkali soils. „Transact. of the Alkalt—Subkommission“, vol. A, 1929.

Cameron F. K. Solubility of gypsum in aqueous solutions of sodium chloride. U. S. Depart. of Agriculture, Division of soils, Bull. 18, 1901.

Cameron F. K. Formation of sodium carbonate of black alkali by Plantz. U. S. Depart. of Agriculture. Rpt. 1902, № 71.

Chapman R. E. Die Zusammensetzung der Salza aus den Blättern einiger Wustenpflanzen. Z. f. P. D. und B., B. 41, 1636, № 5—6.

Clarke F. W. The Data of Sicochemistry, 1911.

Duley F. L., Hays O. E. The effects of the degree of slope on run-off and erosion. J. Agric. Res., 1932, № 45, № 6.

Ellison W. D. Soil detachment hazard by raindrop splash. Agri Engng., 1947.

Fick. Pogg. Ann., 94, p. 59. 1855.

Harris A. Effect of repleacable sodium in soil permeability. „Soil Science“, vol. 32, 1932.

Harris A. Maximum values of osmotic concentration on plant tissue fluids. „Proc. Exp. Biol. a Med.“, v. 18 1921.

Harris A. Soil alkali, its origin, nature and treatment, 1920.

Hilgard E. W. Soils. Their formation, properties, composition and relations to climate and plant growth in the humid and arid regions. New-York, 1906.

Hilgard E. W. Soils. New-York—London, 1930.

Hilgard E. W., Longridge R. H. Nature, value and utilization of alkali lands and tolerance of crops for alkali. University of California publications. Sacramento, 1906.

Hilgard E. W., Longridge R. H. Alkali and Alkali soils. The distribution of the University of California, Sacramento, 1896.

Hope A. B., Stavens P. C. Electric potential differences in bean roots and their relations to salt uptake. Austr. Jour. of Scien. Res. Ser. B., v. 5, 1952.

Horton R. E. The Role of Infiltration in the Hydrologic Cycle. Transact. of the Amer. Geophysic. Union. Forrteenth Annual Meet. Apr., 1933.

Gornam E. On some factor affecting the chemical composition of Swedish fresh waters. Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 7, 1925, № 4.

Gunn R., Kinzer G. D. The terminal velocity of fall for water droplets. J. Meteorol., v. 6, 1949.

Kelley W., Thomas E. Reclamation of the Fresno type alkali soils. Cal. exp. Sta. Bull., 1928.

Kelley W. P. Alkali soil. Their formation, properties and reclamation. New-York, 1951.

Kelley W. P. A general discussion of the chemical and physical properties of alkali soils. First International Cong. Soils Sci., Proc. 4, 1927.

Kelley W. P. Formation, evolution, reclamation and the absorbed bases of alkali soils. J. Agr. Sci., 24 1934.

Kelley W. P. American alkali soils with special reference to mode of formation and methods of reclamation. „Tp. II конгр. почв, V комис.“, 1930.

Kelley W. P. The essential nature of alkali—soils and methods for their reclamation. „Mezogazdasagi Kutatasok“ VI, 1933.

Kelley W. P. The so-called solonetz soils of California and their relation to alkali soils. „Amer. Soil Sur., Bull.“, 15, 1934.

Kelley W. P. The reclamation of alkali soils. California Agric Exp. Stat. Bull. 657, 1937.

Kelley W. P., Arany A. The chemical effect of gypsum, iron, sulfate and alum on alkali soils. „Hilgardia“, № 3, 1928.

Kelley W. P., Brown S. M. Base exchange in relation to alkali soils. „Soil Science“, v. 27, 1930.

Kelley W. P., Brown S. M. Chemical effects of saline irrigation water on soils. „Soils. Sci.“, vol. 49, № 2, 1940.

Kelley W. P., Brown S. M. Principles of reclamation of alkali soils. „Hilgardia“, vol. 8, № 5, 1934.

Kremer J., Weaker J. E. Relative efficiency of roots and tops of plants in protecting the soil from erosion. Conservation and Survey Division, University of Nebraska. Bull., 12, 1936.

Muntz et. Gau de chon. Sur la diffusion des engrâis salines dans la terre. Annales de la Science agronomique Francaise et Etr. t. 1, 1909.

Puri A. N. The relation between exchangeable sodium crops yield in Punjab soils a new method of characterizing alkali soils. Lagore, 1934.

Ruhland W. Untersuchungen über die Haudrusen der Plumbaginaceen. Ein Beitrag zur Biologia der Halophyten. Jahrb. Wiss. Bot., Bd. 55, H. 3. 1915.

Shaw Charles F. The normal moisture capacity of soils. Soil Sci Vol. 23. № 4, 1927.

Sigmond A. The principles of soil science. London, 1938.

Sigmund A. Hungarian alkali soils and methods of their reclamation California, 1927.

Sigmund A. A., Apány A., Herke A. The effect of calcium and aluminium salts in alkali soils reclamations. Proceed. and Papers 1-st Intern. Congress. Soil Science\*, Comm. 11, 1928.

Sigmund A. The classification of alkali and Salt soils. Proceed. and Papers of the First Intern. Congress of soil Science", Pt. 1, 1927, 1928. "Imper. Bureau Soil Technic. Comm." vol. 23, 1932. "Soil Res." v. XXX № 3, 1933.

Sigmund A. A. Report of the genetics of alkali soils. "Compt. rendus de la Sous Commision pour les soils alkalinis de l'Association Inter. de la Science du Sol", 1929.

Sigmund A. A. Contribution to the theory of the origin of alkali soils. "Soil Science", vol. 21, № 6, 1926.

Sigmund A. A. The alkali soils in Hungarian and their reclamation. "Soil Science", v. 18, № 5, 1924.

Sohasrabuddhe, Gokhale. Ind. Jour. Agr. Sci., vol. 4, 1934.

Stockert O. Das Halophitenproblem. Ergebn. Biol. Bd. 3, 1928.

Teakle L. G. Soil Solinity in Western Australia and their utilisation. J. Dept. West. Austr., v. 16, 1938.

Treitz P. Die Alkaliboden des Ungarischen Groszen Alföld, 1908.

Treitz P. Preliminary report on the alkali-land investigations in the Hungarian Greatplain in the year 1926. Budapest, 1927.

Veihmeyer F. J. Some factors affecting the irrigation requirements of deciduous orchards. Hilgardia, vol. 2, № 6, 1927.

Walther A. J. Das Gesetz der Wustenbildung.

Wheating L. C. Certain relationships between added salts and the moisture of soils. Soil Science, vol. XIX, № 4, 6, 1925.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
---------------	---

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

### ГЕНЕЗИС И РЕЖИМ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ С ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ЗАСОЛЕНИЯ

Глава I. Общие представления о классификации засоленных земель .....	7
1. Краткий обзор классификации засоленных почв .....	7
2. Генетическое своеобразие засоленных почв Азербайджана .....	9
3. Почвы с делювиальной формой засоления и районы их распространения.....	10
Глава II. Условия почвообразования в районах распространения почв с делювиальной формой засоления.....	12
Глава III. Особенности почв делювиального засоления и их география.....	25
1. Основные генетические особенности почв .....	25
2. Солонцеватость почв.....	33
3. Физические свойства почв.....	36
4. Засоленность почв .....	41
Глава IV. Источники солевых поступлений в почвах с делювиальной формой засоления .....	54
О соленакоплении в почвах засушливой зоны .....	54
I. Источники древнего соленакопления.....	55
II. Факторы, определяющие современное соленакопление .....	59
1. Выветривающиеся породы горных сооружений .....	59
2. Эоловый круговорот солей .....	62
Глава V. Факторы солевой миграции .....	65
I Поверхностный сток .....	65
II Роль биологических агентов в движении и накоплении солей в почве .....	80
1. Характер распределения корневой системы галофитов .....	81
2. Запасы растительной массы .....	86
3. Годичный прирост растительной массы.....	90
4. Содержание и состав солей в растительной массе .....	93
5. Количество солей, вовлекаемых в биологический круговорот .....	97
III. Диффузия солей.....	100
IV. Влияние орошения на перемещение солевых масс .....	108
Глава VI. Водный режим почв .....	112
Водный режим почв делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани.....	114
Водный режим почв Сиазань-Сумгaitского массива .....	119
Водный режим почв делювиальной равнинны Мильской степи .....	122
Глава VII. Солевой режим почв .....	127
Солевой режим почв делювиальных равнин Юго-Восточной Ширвани .....	127
Солевой режим почв Сиазань-Сумгaitского массива .....	135
Солевой режим почв делювиальной равнинны Мильской степи.....	138

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ

### РАЗРАБОТКА ПРИЕМОВ МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ С ДЕЛЮВИАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ЗАСОЛЕНИЯ

Глава VIII.	Общее направление развития и современное состояние проблем мелиорации засоленных почв.....	149
Глава IX.	Почвенно-гидрогеологические условия участков полевых опытов по мелиорации почв с делювиальной формой засоления. Методы исследований.....	155
	Выбор и характеристика объектов исследования.....	155
	1. Почвенные условия опытных участков на Сиазань-Сумгaitском массиве .....	156
	2. Почвенные условия опытного участка на Кюровдагском массиве.....	162
	3. Почвенные условия опытных участком на делювиальном склоне Боздага.....	167
	Методика исследования .....	166
Глава X.	Экспериментальные промывки засоленных почв в условиях делювиальных равнин.....	170
	Промывка почв в монолитах .....	170
	Промывка почв в поле (микроделяионые опыты) .....	182
	1. Промывка почв без применения химических мелиорантов.....	182
	2. Промывка почв с применением пескования .....	192
	3. Промывка почв с применением подкиолителя .....	194
	4. Промывка почв с применением гипса .....	197
	5. Промывка почв при совместном применении гипса и навоза.....	205
	6. Интенсивность выщелачивания солевых масс .....	213
	7. Изменение солонцовых свойств почв .....	223
	8. Влияние мелиорации на условия роста сельскохозяйственных культур.....	227
Глава XI.	Эффективность производственной мелиорации по рассолению почв.....	232
	Изменение уровня и минерализации грунтовых вод.....	233
	Динамика засоленных площадей .....	235
Заключение .....		243
Литература .....		253

ABDUYEV MUXTAR RZAQULU OĞLU

**Delüvial formalı horlaşmış torpaqlar və onların  
meliorasiyası məsələləri**

(rus dilində)

Формат бумаги 70x100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. л. 17.  
Заказ № 42. Тираж 500 шт.

Отпечатано в типографии

