

И. Ф. ГАРКУША

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

И. Ф. ГАРКУША
Академик Академии наук БССР

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

*Допущено Управлением высшего и среднего
сельскохозяйственного образования
Министерства сельского хозяйства СССР
в качестве учебника для агрономических
факультетов сельскохозяйственных вузов*

ИЗДАТЕЛЬСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ,
ЖУРНАЛОВ И ПЛАКАТОВ
ЛЕНИНГРАД 1962 МОСКВА

Гаркуша Иван Федосеевич. Почвоведение. Л.—М., Сельхозиздат, 1962
448 стр. с илл. (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяй-
ственных учебных заведений)

Редактор *Ю. В. Алексеев*. Переплет художника *И. И. Литомина*.
Художественный редактор *О. П. Андреев*. Технический редактор *Л. Г. Баранова*.
Корректор *Л. И. Рыбакова*.

Сдано в набор 14/VIII 1962 г. Подписано к печати 30/X 1962 г. Формат 60 × 90¹/₁₆.
Печ. л. 28 + 2 цв. вкл. Уч.-изд. л. 29,67. Тираж 45 000 экз. Цена 93 коп. Заказ № 1809.

Сельхозиздат, Ленинград, Невский пр., 28

Ленинградский Совет народного хозяйства, Управление целлюлозно-бумажной и поли-
графической промышленности. Типография № 1 «Печатный Двор» им. А. М. Горького.
Ленинград, Гатчинская, 28.

Цветные вклейки отпечатаны на Ленинградской фабрике офсетной печати Сельхозиздата,
Ленинград, Боровая, 53.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В исторических решениях XXII съезда Коммунистической партии Советского Союза, в докладах и выступлениях Н. С. Хрущева на зональных совещаниях четко и конкретно определены величественные задачи и перспективы дальнейшего развития сельскохозяйственного производства в нашей стране.

Опираясь на успехи последних лет, партия организовала такой подъем производительных сил сельского хозяйства, который позволит достигнуть изобилия высококачественных продуктов питания и сырья для промышленности. За 20 лет более чем в 2 раза увеличится производство зерна, почти в 4 раза — мяса, почти в 3 раза — производство молока. «Борьба за осуществление программы подъема сельского хозяйства — один из главных участков коммунистического строительства, — говорит Н. С. Хрушев. — Это не только беспрецедентная по своим масштабам хозяйственная задача, но и вместе с тем важная часть всей организаторской, политической и идеологической работы нашей партии».

Путь к закреплению и умножению успехов сельского хозяйства, путь к изобилию лежит через всестороннюю механизацию и последовательную интенсификацию, через высокую культуру земледелия и животноводства.

Одним из главных в сельском хозяйстве является вопрос правильного использования земли.

Успешная борьба за изобилие продуктов немыслима без разумного, рационального использования всеми колхозами и совхозами каждого гектара земли, без решительного изменения структуры посевов и замены экономически невыгодных и менее урожайных культур более ценными высокоурожайными культурами, в первую очередь кукурузой, сахарной свеклой и бобовыми. В связи с этим отказ от травополья и переход к пропашной системе земледелия явился прогрессивным шагом.

Главной задачей в области сельского хозяйства и впредь остается повышение урожайности всех сельскохозяйственных культур, дальнейшее увеличение общественного поголовья скота при одновременном значительном росте его продуктивности, увеличение валовой товарной продукции земледелия и животновод-

ства путем дальнейшего укрепления и развития общественного хозяйства колхозов и улучшения работы совхозов.

Получить высокие и устойчивые урожаи всех сельскохозяйственных культур, довести валовые сборы продукции до намечаемых размеров можно на основе внедрения научно обоснованной системы земледелия применительно к условиям отдельных почвенно-климатических зон страны и каждого хозяйства, дальнейшей специализации и улучшения размещения сельскохозяйственного производства, широкого использования достижений науки и передового опыта.

Большие и ответственные задачи на данном этапе развития сельского хозяйства стоят перед советскими почвоведом.

Эти задачи в основном сводятся к следующему.

1. Разработать и раскрыть во всей полноте теорию почво-образовательного процесса и его динамики как в природных условиях, так и под влиянием производственного воздействия человека.

2. Разработать теорию создания высоко окультуренных почв как научную основу для познания сущности окультуривания почв и управления почвенным плодородием в производственных условиях.

3. Дать развернутую агропроизводственную характеристику отдельных типов почв и почвенных разновидностей, встречающихся на территории СССР, для правильной ориентировки при решении практических вопросов, непосредственно связанных с использованием почв в сельском хозяйстве.

4. Дать научные методы учета и изучения земельных ресурсов СССР, составления крупномасштабных почвенных карт в колхозах и совхозах в связи с введением правильных севооборотов, проведением мелиорации земель (осушение, орошение, известкование, гипсование) и применением органических, минеральных и бактериальных удобрений.

5. Дать научное обоснование тех мероприятий, с помощью которых в каждом колхозе и совхозе в различных природных зонах должно практически осуществляться систематическое улучшение почв, являющееся важнейшей предпосылкой для прогрессивного повышения урожайности всех сельскохозяйственных культур.

Таким образом, задачи почвоведения весьма актуальны и конкретны, и все они, в сущности, сводятся к тому, чтобы на основе глубокого и всестороннего изучения почв, на основе познания законов их развития и изменений во времени и пространстве выявить новые пути наиболее рационального их использования, найти наиболее совершенные способы поднятия их эффективного плодородия на всем огромном пространстве Советской страны.

ВВЕДЕНИЕ

Почвоведение — биологическая наука, которая изучает происхождение и развитие почвы и ее основного свойства — плодородия, исследует особенности строения, состава и свойств всех типов почв на земном шаре и их пространственное распределение. Одной из основных задач почвоведения являются изучение условий максимального развития эффективного плодородия почв и разработка способов его достижения для всех почвенных типов.

Почвоведение развилось в самостоятельную научную дисциплину на базе практических запросов сельскохозяйственного производства.

Изучение почвы как одного из основных средств труда в области земледелия началось давно. Первое практическое знакомство человека с почвой, очевидно, относится к тому времени, когда он перешел от собирания диких растений и плодов к выращиванию хлебов на полях, к обработке почвы. Само собой разумеется, что эти первоначальные сведения о почве были весьма скудны и поверхностны, но по мере развития производительных сил общества, по мере усложнения и усовершенствования техники и способов обработки почв сведения о них все больше и больше расширялись, систематизировались. Обширными познаниями о почвах обладали древние египтяне, вавилоняне, ассирийцы, китайцы, индусы, греки и римляне. Они применяли орошение, вносили удобрения и проводили другие мероприятия, направленные на улучшение качества почв, на повышение их плодородия.

Первые попытки обобщения и теоретического освещения сведений о почвах, накопленных земледельцами, были сделаны в античных Греции и Риме.

Так, в поэме Гесиода (VIII в. до н. э.) «Труды и дни» есть ряд практических советов по использованию почв в сельском хозяйстве. В сочинениях древнегреческих философов Аристотеля и его ученика Теофраста (IV в. до н. э.) встречаются оригинальные высказывания о свойствах почв, оказывающих влияние на питание растений.

В Древнем Риме, воспринявшем агрикультуру Востока, сведения о почвах и их рациональном использовании поднимаются на более высокую ступень. В это время в земледелии уже были разработаны некоторые агротехнические приемы: применялся черный пар, посев горького люпина на зеленое удобрение и т. д. У римлян в этот период была широко представлена литература по вопросам сельского хозяйства. Так, например, Магон (IV в. до н. э.) написал 40 книг по сельскому хозяйству. Интересные сведения по сельскому хозяйству, в частности о почвах, имеются в сочинениях римского поэта и философа Тита Лукреция (I в. до н. э.), у писателей Катона (II в. до н. э.), Варрона (I в. до н. э.), Вергилия (I в. до н. э.), Колумеллы (I в. до н. э.) и Плиния Старшего (I в. до н. э.).

С гибелью античной культуры на многие столетия замерло развитие агрономических знаний.

Конечно, первоначальные отрывочные сведения о почвах, почерпнутые человеком путем простого наблюдения в процессе обработки почв и при использовании земельных угодий, не были еще наукой. Это были первые шаги в познании почв, направленные на лучшее, более эффективное их использование.

Наука о почве — почвоведение — возникла и оформилась в самостоятельную дисциплину лишь во второй половине XIX в.

Живейший интерес к почве и ее плодородию возник в Европе в конце XVIII и начале XIX в. Этот период в истории характеризуется решительной ломкой феодально-крепостнических отношений во всех странах Западной Европы, а затем в России, с заменой их новыми, капиталистическими производственными отношениями.

Быстрое развитие капитализма очень скоро самым непосредственным образом сказалось и на сельскохозяйственном производстве. Оживление торговли, появление и рост новых мировых рынков потребовали от сельского хозяйства значительного увеличения производства сельскохозяйственной продукции, которое в условиях капитализма вызвало усиленную эксплуатацию земельных угодий и хищническое использование естественного плодородия почв. Усиленная эксплуатация почв привела к тому, что урожай, получаемые вначале главным образом за счет естественного богатства почвы, стали резко падать.

Сильное падение урожайности в странах Западной Европы в первой половине прошлого столетия послужило серьезным сигналом к выяснению причин этого явления, к отысканию путей поднятия почвенного плодородия и повышения урожаев. Это вызвало многочисленные химические исследования почв и растений с целью выяснения основных элементов питания растительных организмов.

Следует отметить, что ученые и раньше занимались изучением источников питания растений. Еще в 1563 г. был опубли-

кован трактат французского естествоиспытателя Бернара Палисси «О различных солях в сельском хозяйстве», в котором был высказан правильный взгляд на почву как источник снабжения растений минеральными питательными веществами; однако этот трактат не получил распространения и долгое время оставался неизвестным. В 1629 г. голландский алхимик Ван-Гельмонт выступил с теорией питания растений только водой. Эта теория, несмотря на экспериментальное опровержение ее в конце XVII в., продолжала господствовать в западной науке на протяжении всего XVIII в. В начале XIX в. немецкий ученый агроном Тэер выдвинул теорию «гумусового питания» растений, согласно которой растения якобы питаются из почвы непосредственно гумусом, и поэтому основным фактором, определяющим почвенное плодородие, является гумус почвы. Дальнейшие исследования вопросов питания растений показали несостоятельность этой теории; оказалось, что растения усваивают из почвы растворимые минеральные окисленные соединения.

Наиболее решительным и непримиримым противником гумусовой теории питания растений выступил немецкий агрохимик Юстус Либих. В книге «Химия в приложении к земледелию и физиологии», опубликованной в 1840 г., он дал уничтожающую критику гумусовой теории и в противовес ей выдвинул теорию минерального питания растений. На долю гумуса Либих оставил только одну роль — постоянного источника углекислоты в почве; углекислота ускоряет процесс выветривания силикатов и, таким образом, способствует накоплению минеральной пищи растений. «Питательными средствами всех зеленых растений, — писал Либих, — служат вещества неорганические или минеральные». Два года спустя эти положения были экспериментально доказаны Вигманом и Польсторфом. Их работы приобрели большую популярность, и вскоре теория минерального питания растений получила всеобщее признание.

В XIX в. были сделаны и другие весьма крупные научные открытия. Так, в 1837 г. в результате длительных исследований установили факт накопления бобовыми растениями азота в почве, что послужило толчком к внедрению в практику полеводства различных бобовых культур, как активного средства повышения почвенного плодородия. Приблизительно в эти же годы сделано и другое замечательное открытие в области питания растений. Было выяснено, что главную массу своего тела растения строят за счет углекислого газа, усваиваемого ими из воздуха, и что, следовательно, источником питательных веществ для растений является не только почва, но также и окружающий воздух.

Все эти открытия сыграли большую роль в развитии научной агрономии и почвоведения, не утратив своего значения по настоящее время. Но из всех открытий и теорий, трактовавших

в то время вопросы плодородия почв и питания растений, наибольший успех имела теория минерального питания Либиха.

Под влиянием идей Либиха значительное развитие в это время получила агрокультура химия, возникшая еще в XVIII в. Развитие агрокультуры химии в Западной Европе шло по пути минерально-химических воззрений на почву как на мертвый субстрат — кладовую минеральных питательных веществ.

В середине XIX в. в Германии возникла новая наука — агрогеология, или геология на службе сельского хозяйства, представители которой — Фаллу, Берендт, Орт, Рахтгофен, Раманн, Мейтцен и другие — считали почву геологическим образованием, продуктом выветривания горных пород.

В дальнейшем Фаллу была сделана попытка разделить почвоведение на «теоретическое», или педологию, оторванную от практики сельского хозяйства, и «прикладное» агрономическое — агрологию, которая должна изучать только пахотные земли, совершенно не касаясь общих вопросов происхождения, распространения и эволюции почв.

Агрогеологическое и агрокультура химическое воззрение на почву в дальнейшем получило распространение в других странах и особенно в США.

С течением времени среди западноевропейских ученых и практиков сельского хозяйства постепенно утвердился механистический, односторонний взгляд на почву и на процессы зольного и азотного питания растений. Считалось, что почва — не особое, самостоятельное естественноисторическое тело, а землистая горная порода коры выветривания, инертная, неизменная масса, или порошок, только пассивно передающий растениям необходимые им минеральные соли. В связи с этим и весь интерес к почве среди агрономов и почвоведов того времени сводился лишь к одностороннему, химическому изучению, именно к определению в почвах содержания отдельных элементов питания.

Однако дальнейшее развитие науки о почве показало, что такой подход неправилен, ибо почва — это не инертная, статическая, неизменная в своих свойствах минеральная масса, а весьма сложное природное тело, которое находится в постоянном развитии и что плодородие почвы — это функция не одних только минеральных веществ, необходимых для питания растений, но и всего комплекса взаимосвязанных и взаимообусловленных биологических, химических и физических свойств. Отсюда само собой становится понятным, что наличие минеральных солей в почве еще не является критерием ее плодородия: питательные вещества почвы — это только одно из условий ее производительности, а для того, чтобы получить высокий урожай тех или иных растений, надо не только заботиться о пополнении недостающих в почве минеральных соединений, но одновременно должным образом воздействовать и на все другие

свойства почвы, непосредственно влияющие на питание и рост возделываемых культур.

Таким образом, химическое исследование почв без изучения процесса образования и развития последних, проводившееся в Западной Европе со времен Либиха, не дало положительных результатов. Встав на неправильный, метафизический путь исследования, такое почвоведение не могло разрешить тех задач, которые выдвигали перед ним агрономическая наука и сельскохозяйственное производство.

Начало научному почвоведению было положено русскими почвоведом, оказавшими большое влияние на развитие этой науки не только в Западной Европе, но и во всех других странах мира.

Изучение почв в нашей стране имеет древнюю историю. Еще в XV в. на Руси проводились строгий учет и описание земельных фондов, особенно пахотных земель. Эти сведения о почвах заносились в специальные «Писцовые книги», которые были, в сущности, первыми почвенно-географическими трудами, стоявшими на довольно высоком уровне для своего времени. В конце XVI в. была составлена «Книга глаголемая Большой Чертеж», которая являлась пояснением к карте Московского государства, где значительное место занимали описание земель и качественная их оценка.

В 1725 г. в России была создана Академия наук, которая организовала многочисленные научные экспедиции по изучению естественных богатств нашей страны, в том числе и отдельных типов почв. Велика роль в этом отношении всеобъемлющего русского гения М. В. Ломоносова (1711—1765), который в своей многогранной научной деятельности большое внимание уделял и изучению почв.

Акад. В. И. Вернадский (1900) писал, что М. В. Ломоносов «является не только первым русским почвоведом, но первым почвоведом вообще». В своей работе «О слоях земли» М. В. Ломоносов впервые высказал совершенно правильный взгляд на происхождение черноземов и торфяников, понимая почвообразование как исторический процесс, протекающий во времени под влиянием растительности. Благодаря М. В. Ломоносову было положено начало преподаванию почвоведения в Московском университете. Первый профессор «сельскохозяйственного домоводства» М. И. Афонин, начавший преподавание в Московском университете в 1770 г., большое место в своих лекциях отводил описанию наших почв и, в частности, чернозема.

Значительную роль в развитии науки о почве сыграло основанное в 1765 г. «Вольное экономическое общество», которое наряду с другими вопросами сельского хозяйства много внимания уделяло изучению почв, в особенности черноземных областей России.

В трактате «Об удобрении полей», напечатанном в «Трудах Вольного экономического общества» в 1770 г., А. Т. Болотов писал, что пища растений «состоит в воде и некоторых особых земляных или паче минеральных частичках, следовательно, надобно в той земле сим вещам в довольном количестве находиться».

Таким образом, А. Т. Болотов за 70 лет до Либиха высказывал те же взгляды, которые Либих в 1840 г. развил в своей теории минерального питания растений.

В 1789 г. была издана книга проф. Н. М. Комова «О земледелии», представляющая первое руководство по агрономии и содержащая ряд ценных сведений о почвах.

В 90-х годах XVIII в. в трудах И. А. Гюльденштедта и П. С. Палласа приведены обстоятельные описания почв южных областей России и высказаны гипотезы о происхождении чернозема.

Большое внимание уделил изучению почв и способам повышения их плодородия выдающийся писатель-революционер А. Н. Радищев (1749—1802). В своих работах он утверждал, что почва образуется при разложении растительных и животных организмов, а плодородие ее — «сила питательная и возобновительная» — имеет в своей основе накопление и круговорот веществ, «неразрушимых и первенственных частей всякого бытия», которые в этом круговороте не меняют своего существа, а только вступают в новые соединения. «Если кто, — писал А. Н. Радищев, — искусством покажет путь легкий и малоиздержестный к претворению всякой земли в чернозем, то будет благодетель рода человеческого».

С 1838 г. в России начались работы по оценке земель в целях уравнивания денежных сборов с государственных крестьян. Собранные при этом материалы дали возможность К. С. Веселовскому составить и выпустить в 1851 г. почвенную карту европейской России. В 1879 г. была издана почвенная карта В. И. Чаславского.

Особенно большое развитие работы по изучению почв получили во второй половине XIX в., когда после «крестьянской реформы» 1861 г. феодально-крепостническая Россия встала на путь быстрого капиталистического развития. С заменой феодальных форм дворянского хозяйства капиталистическими отношениями, с ростом промышленных центров и появлением новых рынков усилились спрос на сельскохозяйственную продукцию и ее вывоз на внутренние и внешние рынки. Повысился интерес к земле, а вместе с тем усилилась необходимость в изучении почв для изыскания новых путей их использования, новых средств повышения урожайности. К этому времени относится организация ряда почвенных экспедиций в различные районы страны. С этим же периодом связан и необычайный расцвет

других отраслей науки благодаря работам таких крупнейших ученых, как Д. И. Менделеев, К. А. Тимирязев, И. А. Стебут, А. В. Советов, П. А. Костычев и др.

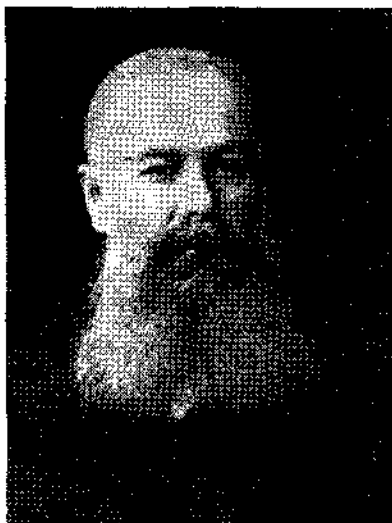
Так, Д. И. Менделеев на землях Бутырского хутора под Москвой организует первые в России полевые опыты по применению минеральных удобрений и известкованию дерново-подзолистых почв; И. А. Стебут на опытных полях Горы-Горещьего земледельческого института (ныне Белорусской сельскохозяйственной академии) проводит серию опытов по вопросам агротехники полевых культур, севооборотов; К. А. Тимирязев делает крупнейшие открытия в области физиологии растений (фотосинтез, роль хлорофилла в этом процессе, синтез органических веществ); П. А. Костычев проводит ряд работ по восстановлению плодородия, по вопросам обработки почв и др.

К этому же периоду относится и создание научного почвоведения, сыгравшего большую роль не только в развитии агрономической науки, но и всего естествознания в целом.

Основоположителем науки о почве был выдающийся русский ученый, профессор В. В. Докучаев (1846—1903).

Почвоведение, созданное классическими исследованиями В. В. Докучаева, стало широкой естественноисторической дисциплиной, основные идеи которой получили затем общее признание и распространение во всех странах мира. Русское генетическое почвоведение, после Докучаева успешно развиваемое русскими и советскими учеными, занимает ведущее место в мировой науке. Научные принципы В. В. Докучаева и теперь, по прошествии более 70 лет после их установления, не утратили своего значения и играют огромную роль в развитии нашего социалистического сельского хозяйства, в преобразовании природы.

Как уже отмечалось выше, до В. В. Докучаева существовала сравнительно обширная литература о почвах и было немало различных теорий, пытавшихся объяснить образование почв в природе, их развитие и пути повышения почвенного плодородия. Однако до В. В. Докучаева науки о почве в прямом и подлинном значении этого слова не было, имелись лишь разрозненные,



В. В. Докучаев.

отдельные сведения о почвах, не приведенные в определенную систему и не обобщенные. Не было выявлено место почвы среди других тел природы, оставались неизвестными законы развития почв во времени и пространстве, не было теорий, объясняющих существующее разнообразие почв на земном шаре и различие в их плодородии. Больше того, до Докучаева не установили даже правильного определения понятия «почва» и проводилось изучение не почвы как особого естественноисторического тела, а отдельных признаков и свойств, совершенно изолированных один от другого.

При этом и сама почва зачастую рассматривалась механистически, односторонне, либо как верхний слой горных пород, либо как инертный порошок.

В. В. Докучаев с самого начала своей научной деятельности принял непосредственное и активнейшее участие во многих организованных им экспедициях по почвенным исследованиям. В разработке основ научного почвоведения особенно большую роль сыграли исследования черноземной области и затем исследования почв бывшей Нижегородской губернии (ныне Горьковской области). Изучение черноземных почв было начато В. В. Докучаевым в 1876 г. и закончено в 1881 г. Завершением этих работ явился труд В. В. Докучаева «Русский чернозем», составивший эпоху не только в области развития науки о почве, но и всего естествознания в целом.

Значение этих исследований состоит в том, что в процессе и результате их выполнения В. В. Докучаевым впервые разработаны и сформулированы основные положения почвоведения, дано научное определение почвы, которой следует называть «дневные», или наружные, горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным влиянием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых, и намечены главнейшие вехи дальнейшего развития почвоведения.

Особенностью учения о почве, созданного В. В. Докучаевым, является то, что это учение признает почву как естественно-историческое тело с точки зрения его происхождения, или генезиса. Отсюда и сама наука о почве, созданная В. В. Докучаевым, получила название генетического почвоведения.

Совершенно очевидно, что на характер и направление почвообразовательного процесса непосредственное влияние оказывают те природные факторы или условия, в которых закладывается и развивается данная почва.

К числу основных естественных факторов, под влиянием которых в природе развивается почвообразовательный процесс, В. В. Докучаев отнес следующие: материнскую, или почвообразующую, горную породу, климат, растительность, рельеф страны и возраст почвы.

Разработав учение о почве как особом теле природы, В. В. Докучаев выдвинул и развил идею о закономерности пространственного распределения отдельных типов почв, покрывающих поверхность суши, в виде горизонтальных, или широтных, зон.

Несколько позднее, при изучении почв Кавказа, В. В. Докучаев установил вертикальную зональность, или поясность, в распределении почв, под которой понимается закономерная смена одних почв другими по мере поднятия от подножия до вершин высоких гор.

В. В. Докучаеву принадлежит и первая классификация почв, имеющая большое значение как для почвенно-картографических целей, так и для решения различного рода чисто практических задач. В основу своей классификации В. В. Докучаев положил не один какой-либо признак, а всю совокупность важнейших признаков и свойств почвы как естественноисторического тела.

Генетическая классификация почв, разработанная В. В. Докучаевым, получила всеобщее признание и утверждение в мировой науке. Русские народные названия почв «чернозем», «подзол», «солончак», «солонец», «глей», введенные Докучаевым в науку, теперь применяются в соответствующей транскрипции почвоведомы во всех странах мира и стали международными научными терминами.

В. В. Докучаев разработал методы исследования генезиса почв в природе, описал большую часть известных в настоящее время почвенных типов и вместе с тем на примере собственных исследований показал, что методика изучения почв должна изменяться в каждом конкретном случае соответственно с целями исследования.

В. В. Докучаев разработал основы и методы картографирования почв и сам составил первую почвенную карту северного полушария, на которой убедительно и наглядно показал, что почвы, действительно, залегают в пространстве закономерно и образуют зоны, или пояса. По его инициативе и плану в 1900 г. была составлена первая почвенная карта европейской части России. На основе докучаевских принципов были затем составлены почвенные карты главнейших материков и стран мира.

Горячий патриот, В. В. Докучаев был глубоко чужд всякого рода низкопоклонства и раболепия перед зарубежной наукой и практикой; он постоянно и решительно указывал на необходимость развития русской агрономии, практические выводы которой базировались бы на учете местных природных условий, и категорически возражал против механического применения зарубежных приемов земледелия в нашей стране.

Свои исследования В. В. Докучаев всегда проводил в тесной связи с практическими запросами сельского хозяйства. В этом отношении В. В. Докучаев показал замечательный

пример научного подхода к изучению почв и в то же время весьма умелого сочетания теории и практики.

В результате глубокого и всестороннего изучения почв черноземной зоны, земледелие в которой подвергается периодическим засухам, В. В. Докучаев создал замечательный план реконструкции степи. Этот план, направленный на борьбу с засухой и на завоевание высоких и устойчивых урожаев, предусматривал такие мероприятия, как создание сети полезащитных лесных полос, снегозадержание, облесение неудобных земель, устройство сети водоемов и прудов, регулирование рек, борьбу с эрозией.

В. В. Докучаев оставил большое количество научных трудов, в том числе классический труд «Русский чернозем», опубликование которого в 1883 г. знаменует, в сущности, ту историческую дату, от которой и принято считать начало развития научного почвоведения.

Учение В. В. Докучаева о почве оказало большое влияние на ученых других специальностей и вместе с тем послужило толчком к развитию таких дисциплин, как агрономия, лесоводство, геоботаника, география, климатология, гидрология, мелiorация и др. Идеи В. В. Докучаева положили начало новой дисциплине — геохимии, основателем которой является его ученик и последователь академик В. И. Вернадский. В. В. Докучаев создал замечательную школу русских почвоведов, которая, развивая и углубляя его учение, много сделала в этой области знания и высоко подняла авторитет генетического почвоведения и русской агрономической науки.

Большую роль в развитии научного почвоведения сыграли научные исследования другого выдающегося русского ученого, современника В. В. Докучаева, профессора П. А. Костычева (1845—1895).

П. А. Костычев был разносторонним и глубоким специалистом в области почвоведения, геоботаники и агрономии.

По своим воззрениям на почву и почвообразование П. А. Костычев являлся представителем биологического направления.

В результате длительного изучения почв в природе и лаборатории он установил, что почвообразование — это прежде всего биологический процесс и что почва представляет собой верхний слой земли до той глубины, до которой доходит главная масса корней растений.

Понятие о почве П. А. Костычев целиком связывал с жизнью растений, поэтому главной задачей почвоведения он считал изучение свойств почв по их отношению к растениям.

П. А. Костычев первым из почвоведов указал, что плодородие почвы — очень сложное свойство и зависит оно не только от химических процессов, совершающихся в почве, но в равной мере и от физических и биологических ее свойств.

Исходя из своих теоретических воззрений на почву и ее плодородие, П. А. Костычев посвятил свою научную деятельность изучению биологических факторов почвообразования и способов повышения плодородия почв. Он первый внес в почвоведение биологические методы исследований и был основоположником почвенной микробиологии в России. Он же был первым почвоведом-экспериментатором, ставившим опыты с почвами как в поле, так и в лаборатории.

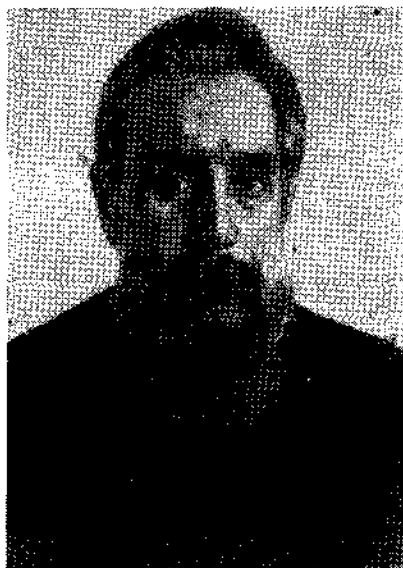
Особенно большая работа проведена им в области изучения органического вещества почвы и черноземных почв. Результаты своих исследований П. А. Костычев опубликовал в работе «Почвы черноземной области России», вышедшей в свет в 1886 г.

П. А. Костычеву принадлежат весьма важные и глубокие исследования по вопросам правильной обработки почв, применения органических и минеральных удобрений, снегозадержания, по вопросам борьбы с засухой и эрозией почв, сыгравшие большую роль в деле дальнейшего развития научного почвоведения и агрономии.

Значительный вклад в науку о почве внес профессор Н. М. Сибирцев (1860—1900), наиболее близкий ученик и последователь В. В. Докучаева. Он уточнил почвенную классификацию и углубил определения понятия почвы и почвообразовательного процесса, которые были даны В. В. Докучаевым.

Большой заслугой Н. М. Сибирцева явилась разработка им на основе принципов В. В. Докучаева учения о горизонтальной зональности почв. Н. М. Сибирцев создал первую в России кафедру почвоведения в Новоалександрійском институте сельского хозяйства и лесоводства и руководил ею, написал первый курс почвоведения и организовал первый земский естественно-исторический музей в Нижнем Новгороде (ныне г. Горький).

В учебнике генетического почвоведения, который до сих пор не утратил своего значения, Н. М. Сибирцев обобщил и творчески развил учение В. В. Докучаева о почве как особом природном теле и учение П. А. Костычева о почве как среде для



П. А. Костычев.

жизни растений. Благодаря этой книге прогрессивные идеи В. В. Докучаева, Н. А. Костычева и Н. М. Сибирцева получили широкое распространение в нашей стране и за рубежом.

Замечательные достижения в развитии генетического почвоведения связаны с деятельностью другого ученика и последователя В. В. Докучаева — академика Г. Н. Высоцкого (1865—1940). Будучи по специальности лесоводом, он оставил яркий след не только в области почвоведения, но и в геоботанике, в степном лесоразведении, климатологии, гидрологии и мелиорации. Особенно много внимания Г. Н. Высоцкий уделил изучению водного режима почв как в степной, так и в лесной зонах.

Большое значение в развитии науки о почве имеют исследования А. А. Измаильского, В. И. Вернадского, К. Д. Глинки, П. С. Коссовича, С. С. Неуструева и др.

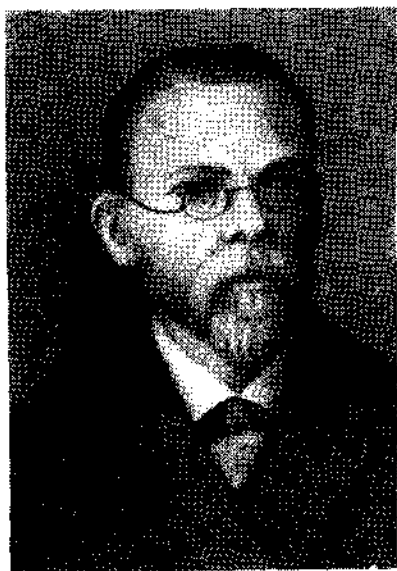
Резкий перелом в развитии почвоведения в нашей стране произошел после Великой Октябрьской социалистической революции.

Вместе с общим подъемом науки и культуры в Советском Союзе началось и быстрое развитие почвоведения, перед которым встали новые, более широкие и конкретные задачи, непосредственно связанные с исследованием и учетом почв и изысканием способов наилучшего их

использования в сельскохозяйственном производстве.

Быстрыми темпами развернулась научно-исследовательская работа в области генезиса и географии почв, физики и химии почв, почвенной микробиологии и т. д.

Академик В. Р. Вильямс (1863—1939) первым из почвоведов стал изучать почву как природное тело и как средство производства в их единстве. В. Р. Вильямс развил агробиологическое учение о почве, согласно которому ведущая роль в процессе почвообразования принадлежит биологическим факторам природы, преимущественно растительности и микроорганизмам, и доказал, что сущность почвообразования заключается в постоянном взаимодействии элементов биосферы с литосферой, т. е. с почвообразующей породой. Почва образуется из горной породы на суше только при воздействии на нее растений и микроорга-



Н. М. Сибирцев.

низмов. Только там, где на горной породе появляются живые организмы, возникает и развивается почва. Почвообразовательный процесс осуществляется только при наличии элементов биосферы.

В результате изучения процесса образования почв в природе, их эволюции и превращения одних в другие В. Р. Вильямс создал учение о едином почвообразовательном процессе, согласно которому все разнообразие почв есть, по существу, различные формы проявления и отдельные моменты развития одного общего, действующего во всем мире процесса образования почв. Согласно этому учению, на всех материках земного шара совершается единый в своей сущности процесс почвообразования, как воздействие элементов биосферы на литосферу, как постоянный круговорот веществ в системе почва — растение — почва.

Но у В. Р. Вильямса были и ошибочные положения, особенно в области земледелия. Разработанная им травопольная система оказалась несостоятельной как в теоретическом, так и в производственном отношении. Она полностью опровергнута жизнью.

Базируясь на порочных принципах, травопольная система земледелия нанесла серьезный вред сельскому хозяйству нашей страны. В настоящее время в колхозах и совхозах повсеместно на смену экстенсивному травополью приходит интенсивная пашенная система земледелия.

Большой вклад в развитие химии почв сделал выдающийся ученый нашей страны академик К. К. Гедройц (1872—1932). Его работы о коллоидах почвы и ее поглотительной способности оказали существенное влияние на развитие наших знаний о химических свойствах, генезисе почв и о важных элементах плодородия.

Достаточно указать, что такое практически важное мероприятие, как химическая мелиорация почв посредством гипсования и известкования, получило теоретическое освещение и обоснование лишь в результате глубоких научных исследований К. К. Гедройца.

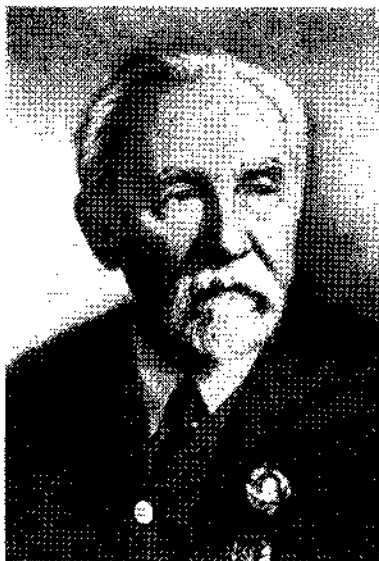
Глубоко оригинальные и плодотворные исследования К. К. Гедройца оказали вместе с тем большое влияние на перестройку почвоведения, переход от морфолого-географических исследований к изучению внутренних свойств почв, широкому применению химических методов анализа в почвенных исследованиях, изучению почвы как среды для развития культурных растений.

Многочисленные научные работы К. К. Гедройца в значительной мере способствовали устранению отрыва почвоведения от агрономии, вызванного развитием морфолого-географического направления в почвоведении. Своими замечательными исследованиями он направил усилия почвоведов на решение практи-

ческих вопросов сельского хозяйства, связанных с изучением почвенного плодородия и путей его повышения.

Большое место в работе советских почвоведов занимали вопросы изучения органического вещества в почвах. Достижения в этой области исследования отражены во многих работах С. П. Кравкова, И. В. Тюрина, М. М. Кононовой, Л. Н. Александровой, Ф. Ю. Гельцер, В. В. Пономаревой, С. С. Драгунова, Н. П. Бельчиковой, Л. Х. Христовой и др.

Крупным вкладом в развитие почвенной микробиологии явились исследования В. Л. Омелянского, С. Н. Виноградского,



Д. Н. Прянишников.

Н. Г. Холодного, Н. А. Крайильникова, М. Ф. Федорова, Е. Н. Мишустина, К. И. Рудакова, Н. М. Лазарева и др. Эти исследования не только пролили свет на сущность биохимических процессов, непосредственно связанных с почвенным плодородием, но и послужили основанием для разработки практических мероприятий по повышению плодородия почв колхозов и совхозов.

Большое влияние на развитие учения об удобрении почвы и питании растений имели многочисленные агрохимические исследования выдающегося советского ученого, академика Д. Н. Прянишникова (1865—1948). Его научные труды по вопросам удобрения почв служат теоретическим

обоснованием химизации социалистического земледелия и общего подъема урожайности сельскохозяйственных растений, возделываемых в самых различных зонах нашей страны. Работы Д. Н. Прянишникова, а также работы его учеников и сотрудников весьма способствовали проведению различных мероприятий по химизации земледелия в СССР — широкому внедрению минеральных удобрений в сельскохозяйственную практику и созданию мощной туковой химической промышленности.

Существенную роль в развитии научного почвоведения сыграли работы академика Л. И. Прасолова (1875—1954) по вопросам генезиса и классификации почв, а также по составлению почвенной карты мира и почвенных карт Советского Союза. Л. И. Прасолов разработал научные основы современной поч-

венной картографии и метод учета и качественной оценки земельных ресурсов. Особого внимания заслуживают проведенные под руководством Л. И. Прасолова географические исследования почв в Средней Азии, Сибири, на Северном Кавказе и в других областях Советского Союза.

Наряду с проведением географических исследований советские почвоведы широко организовали стационарное изучение почв в различных зонах СССР по вопросам химии, физики, микробиологии и эволюции почв, по мелиорации солонцов, а также по вопросам эрозии почв и противоэрозионной мелиорации.

Весьма ценные исследования в этом отношении изложены в работах Б. Б. Полынова, И. Н. Антипова-Каратаева, В. А. Ковда, А. А. Роде, К. П. Горшенина, И. П. Герасимова, М. М. Годлина, Н. Б. Вернандера, Д. Г. Виленского, Н. А. Качинского и др.

Велика роль советских почвоведов также и в разработке новейших методов лабораторного исследования, позволяющих глубоко вскрывать существенные свойства почв, непосредственно связанные с их плодородием. Советскими почвоведом разработаны основы лесного и мелиоративного почвоведения. Эти исследования расширили возможности применения научного почвоведения в практике лесного хозяйства и мелиоративного дела.

Немало выполнено также исследований, дающих возможность устанавливать правильный прогноз тех изменений в почвах, которые возникают при осуществлении мероприятий по преобразованию природы в различных географических зонах и районах, в разработке и эффективном освоении различных путей направленного изменения почв в целях дальнейшего повышения их плодородия.

Значительное количество работ выполнено по вопросам окультуривания и эволюции почв в условиях сельскохозяйственного использования. Вопросы окультуривания и целенаправленного изменения почв в сторону их улучшения и прогрессивного повышения плодородия составляют одну из наиболее актуальных задач современного почвоведения.

Широкое развитие исследований в этом направлении, в сущности, знаменует собой новый период в истории научного почвоведения, задачами которого являются не только познание почвенного покрова в его современном виде, но и преобразование его в соответствии с задачами строительства коммунизма в нашей стране.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВ

ГЛАВА I

МАТЕРИНСКИЕ, ИЛИ ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ, ПОРОДЫ

ОСНОВНЫЕ ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ ПОРОДЫ

Все существующие на материках земного шара почвы образовались в результате длительных и весьма сложных изменений разнообразных горных пород, выходящих на дневную поверхность.

Горные породы, на которых развиваются почвы, называются материнскими, или почвообразующими.

На дневную поверхность могут выходить: изверженные массивные горные породы (гранит, базальт и др.); метаморфические породы (гнейсы, кристаллические сланцы, мрамор), образовавшиеся в глубоких слоях земли в условиях высоких температур и большого давления из магматических и осадочных пород; осадочные горные породы, представляющие собой продукты разрушения или выветривания изверженных и метаморфических пород (глины, суглинки, супеси, пески).

Изверженные и метаморфические породы выходят на дневную поверхность сравнительно редко: они почти всюду, за исключением горных хребтов, перекрыты рыхлыми осадочными породами.

Поэтому в качестве почвообразующих пород всюду на земном шаре выступают главным образом рыхлые осадочные породы, похоронившие под собой слои различных пород более древнего образования.

Почвообразующие рыхлые породы, выстилающие огромные пространства нашей страны, отличаются большим разнообразием как по происхождению, так и по петрографическому, минералогическому, химическому и механическому составу.

Разнообразные рыхлые горные породы, на которых развиваются современные почвы, образовались главным образом в

четвертичный период, поэтому получили название **четвертичных пород**. В зависимости от способа и условий образования они могут быть подразделены на **континентальные** и **морские отложения**.

Наиболее распространенными на территории нашей страны являются **континентальные отложения**, что же касается **морских отложений**, то они, как правило, занимают ограниченные пространства и встречаются главным образом на побережьях морей.

Континентальные четвертичные отложения подразделяют на следующие группы: 1) **ледниковые**, 2) **флювиогляциальные**, 3) **озерно-ледниковые**, 4) **озерные**, 5) **аллювиальные**, 6) **озерно-аллювиальные**, 7) **пролювиальные**, 8) **элювиальные**, 9) **делювиальные**, 10) **элювио-делювиальные**, 11) **эоловые**, 12) **лёссы**.

Ледниковые отложения. К этому типу относятся различного рода **морены** — **донные**, или **основные**, отложившиеся на пространстве, занимавшемся ледником, **конечные**, нагромодившиеся у краев ледников, и **боковые**, образовавшиеся у боков ледникового языка в случае долинного оледенения.

Все виды морен представлены различными **валунными отложениями**, т. е. **глинами**, **суглинками**, **супесями** и **песками**, содержащими в большем или меньшем количестве беспорядочно распределенные в массе породы **валуны**, разнообразные по составу и величине. **Песчанистость**, **рыхлость** и **обилие валунов** свойственны более всего **краевым моренам**, **глинистость** — **основной морене**. Общим признаком для всех морен является **несортированность материала**.

Ледниковые отложения обычно слагают характерные формы рельефа, в особенности так называемые **конечные морены**, **друмлины** и т. д.

Флювиогляциальные отложения представляют собой продукт аккумулятивной деятельности потоков талых вод, образующихся в результате таяния ледника. Отлагаясь перед краем ледника, **флювиогляциальные отложения** опоясывают обычно области распространения **конечных** и **донных морен**, нередко также подстилают и перекрывают последние, что объясняется перемещением края ледника в процессе развития оледенения. Литологически **флювиогляциальные образования** представлены как **песчано-галечными**, иногда **мелковалунными отложениями**, слагающими обычно особые аккумулятивные формы рельефа — **озовые гряды**, **ледниковые дельты** и т. п. и образующими обширные **песчано-галечниковые поля**, так называемые **зандры**, так и более тонкими **песчаными** и **глинистыми отложениями**.

Для **песчано-галечных флювиогляциальных отложений** характерна хорошая сортировка материала, **косая** и **диагональная слоистость**, присущая отложениям **проточных вод**, вместе с наличием более или менее крупных **валунов**.

К флювиогляциальным отложениям тесно примыкают так называемые покровные суглинки, отличающиеся отсутствием слоистости и тонкостью материала. Эти суглинки обычно рассматриваются как отложения временных мелководных приледниковых разливов талых вод. Они не содержат валунов, обычно плотны, при размокании очень вязки и отличаются буро-желтой окраской без красноватого оттенка.

Покровные суглинки распространены главным образом на водораздельных пространствах, где залегают на морене, от которой во многих случаях резко отграничены.

В этих же условиях нередко встречаются и лёссовидные суглинки; по однородности механического состава они близки к покровным, но отличаются от последних карбонатностью.

Озерно-ледниковые отложения. Сюда относятся осадки, отложившиеся на дне приледниковых озерных бассейнов, заполнявших плоские понижения в рельефе и подпруженных краем ледника. Они развиты преимущественно в равнинных районах.

К типично озерно-ледниковым отложениям принадлежат так называемые горизонтальнослоистые ленточные глины. Однако среди них встречаются также пески и супеси с слабо выраженной горизонтальной слоистостью.

Озерные отложения. Отличаются от озерно-ледниковых, во-первых, отсутствием типичной «ленточной» слоистости, во-вторых, приуроченностью большей частью к древним и современным озерным котловинам. Образовались они в бассейнах озер.

Литологически озерные отложения весьма разнообразны: это преимущественно глины, илы, пески, галечники, сапропели, диатомиты и т. д.

Аллювиальные отложения. К группе аллювиальных отложений относятся наносы, образующиеся в устьях и по долинам рек, преимущественно во время весеннего половодья. Характерной особенностью этих отложений является ясно выраженное слоистое строение. В зависимости от тех или иных природных условий образования аллювиальные отложения могут быть самого различного состава: песчаные, суглинистые, глинистые и т. д.

Озерно-аллювиальные отложения. Данная категория пород состоит из озерных и аллювиальных отложений. Эти наносы образуются обычно в районах низменных равнин, или полесий, где вследствие равнинности рельефа и обильного увлажнения весенние половодья дают широкие разливы в виде временных застойных бассейнов, отлагающих большей частью глинистые осадки озерного типа. Такого рода отложения на значительных площадях встречаются в Полесье, в Западной Сибири и т. д.

Пролувиальные отложения. Под пролювием понимают отложения временных горных потоков в виде несортированного или

плохо сортированного валунно-галечно-щебневатого материала. Пролювиальные отложения весьма сильно развиты у подножья гор; здесь каждое, даже небольшое, ущелье имеет свой «конус» выносов. Сливаясь вместе, эти выносы обычно образуют подгорные равнинные полосы, нередко значительной величины, как, например, вдоль Копет-Дага в Средней Азии.

Таким образом, характерным признаком, позволяющим отличать пролювиальные отложения от других аналогичных по строению наносов, является конусо- или веерообразная форма слагаемых пролювием накоплений. По механическому составу пролювий весьма неоднороден. Вблизи горных хребтов, как правило, в нем преобладает грубый хрящевато-щебенчатый материал; по мере же удаления от подножия гор щебневатые наносы делаются мельче и постепенно переходят в пески и суглинки нередко лёссовидного облика.

Элювиальные отложения. К элювиальным образованиям относятся различные продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте.

В зависимости от преобладания процессов химического или физического выветривания и характера первичной, исходной, породы элювиальные отложения могут быть самого разнообразного вида и состава, начиная от огромных каменных глыб и россыпей на плоских горных вершинах до тонких глинистых продуктов во влажных и теплых низменных областях.

Характерным признаком элювия является тесная связь с подстилающей материнской породой и постепенность переходов к ней по окраске и по минералогическому составу.

Делювиальные отложения. В тесной связи с элювиальными образованиями находятся делювиальные отложения. Последние являются результатом смыва с возвышенностей продуктов выветривания дождевыми и талыми водами.

Делювиальные отложения могут обладать некоторой сортировкой материала и даже отчетливой слоистостью, обычно параллельной склону. Состоят они преимущественно из глинистых частичек, наличие крупных обломков встречается сравнительно редко.

Залегают делювиальные наносы у подножия гор, холмов и вообще по пониженным элементам рельефа.

Элювио-делювиальные отложения. Во многих случаях в природе элювиальные и делювиальные отложения залегают совместно, вследствие чего разграничить их бывает весьма затруднительно. Тогда эти породы называют элювио-делювиальными. Приурочены они всегда к гористым и холмистым местностям.

Эоловые отложения. Под эоловыми отложениями разумеются образования, связанные в своем происхождении с аккумулятивной деятельностью ветра.

К несомненно золовым отложениям относятся песчаные наносы, развитые в пустынных и полупустынных областях и образующие характерные формы рельефа — барханы, бугристые пески и т. п., по которым в основном и удается определить их золовое происхождение.

В других географических зонах к золовым образованиям относятся также различные аккумулятивные формы (материковые, морские, речные дюны и т. п.), сложенные песками, перевевавшимися в недавнем прошлом при иных климатических условиях или подвергающимися перевеванию и в настоящее время, нередко в результате деятельности человека. Помимо морфологии, золовые отложения отличаются от иных образований хорошей сортировкой материала и характерной диагональной слоистостью.

Лёссы. Среди четвертичных отложений значительное место на территории СССР, главным образом в степных районах юга и юго-востока, занимают лёссы и лёссовидные суглинки, отличающиеся рядом характерных свойств: мелкоземистостью, рыхлостью, пористостью, отсутствием слоистости и, самое существенное, большим содержанием в них карбонатов кальция и магния.

Что же касается морских отложений, то они встречаются главным образом в Прикаспийской низменности, где образовались в последнюю, хвалынскую трансгрессию Каспийского моря. Эти отложения представлены здесь шоколадными плитчатыми плотными глинами, иногда песками, и нередко отличаются заметной соленосностью. Морские отложения значительно распространены также на побережье Северного Ледовитого океана.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ, МЕХАНИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД

Характеристика первичных и вторичных минералов. Различные рыхлые почвообразующие породы состоят из разнообразных первичных и вторичных минералов.

К первичным относятся те минералы, которые входили в состав магматических пород и перешли в рыхлые при механическом разрушении, без химического изменения.

Вторичными называются минералы, которые образовались главным образом в результате химического и биологического выветривания магматических пород и первичных минералов. Часть вторичных минералов образуется в процессе синтеза из продуктов выветривания первичных минералов.

В большинстве случаев вторичные минералы образуют основную массу рыхлых пород, исключая песчаные отложения, состоящие главным образом из первичных минералов.

В рыхлых породах содержатся чаще всего следующие первичные минералы: кварц — SiO_2 ; полевые шпаты: ортоклаз — $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, микроклин — $(\text{K}, \text{Na})_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$; плагиоклазы — изоморфные смеси, образующие непрерывный ряд между альбитом — $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ и анортитом — $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$; слюды: калиевая слюда, или мусковит, — $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$, или $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, магнезиально-железистая слюда, или биотит, — $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}, \text{F}]_2$, или $\text{K}_2\text{O} \cdot 6(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; авгит (из группы пироксенов) — $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$; роговая обманка (из группы амфиболов) — $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_4(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$; оливин $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$; гематит, или красный железняк, — Fe_2O_3 ; магнетит, или магнитный железняк, — $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$, фтор- и хлорапатит — $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ и $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ и др.

В рыхлых породах в большом разнообразии представлены вторичные минералы.

Вторичные минералы отличаются от исходных, первичных, высокой степенью дисперсности; в большинстве случаев масса вторичных минералов состоит из отдельных частиц ультрамикроскопических, коллоидальных размеров. Как установлено новейшими методами рентгенографического и электронографического исследований, только немногие вторичные минералы аморфны, большинство же из них, несмотря на высокую степень коллоидального раздробления, обладает отчетливо выраженной кристаллической структурой.

Наиболее распространенными вторичными минералами являются «глинные», составляющие основную массу большинства разнообразных глин. К ним относятся: каолинит — $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, или $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$; галлуазит — $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, или $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; монтмориллонит — $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; нонтронит — $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; серицит (вторичная калиевая слюда) — $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Эти минералы имеют форму пластинок и, отличаясь высокой степенью дисперсности, обладают способностью адсорбировать воду и катионы. Погложительная способность наиболее сильно выражена в группе монтмориллонита.

Вместе с тем глинные минералы характеризуются хорошо выраженной пластичностью и вязкостью, низкой водопроницаемостью, значительной влагоемкостью и способностью к набуханию.

Некоторые глины содержат еще минерал аллофан — $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Среди вторичных минералов значительное распространение в природе имеют гидраты окиси железа, представляющие собой продукт выветривания разнообразных первичных минералов, содержащих в своем составе железо: лимонит — $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; гидрогётит — $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; гётит — $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; гидрогематит, или турьит, — $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Кроме перечисленных минералов, в рыхлых породах широко встречаются минералы группы кальцита (CaCO_3), к которым относятся: обыкновенный известняк и мел; гипс — $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; мирабилит (глауберова соль) — $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; фосфорит — $\text{Ca}_3\text{F}(\text{PO}_4)_3$ с примесью CaCO_3 , глины и других веществ; двуокись марганца (пирролюзит) — MnO_2 ; гидраргиллит — $\text{Al}(\text{OH})_3$; бокситы — (AlOOH) ; галит (каменная соль) — NaCl и др.

Соотношение вторичных и первичных минералов в рыхлых породах весьма различно, поэтому и химический состав почвообразующих пород отличается большим разнообразием (табл. 1).

Следует отметить, что при валовом анализе содержание химических элементов условно выражают в форме окислов.

Таблица 1

Валовый химический состав материнских пород (в процентах к сухой породе)

(по И. Н. Антипову-Каратаеву)

Порода	Химически связанная H_2O	CO_2	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3
Флювиогляциальный песок (БССР)	0,21	Нет	94,32	3,94	0,92	0,38	0,09	0,11	0,02	Не определялся	
Валунный суглинок (Ленинградская область) . .	3,85	>	62,68	18,14	6,98	1,30	2,25	3,36	1,36	0,01	0,02
Ленточная глина (Ленинградская область)	3,44	>	64,78	17,31	6,72	1,47	1,27	3,44	1,35	0,02	0,02
Лёсс (УССР)	2,60	4,50	58,89	12,91	5,27	7,32	2,01	2,39	1,08	0,16	0,09
Засоленный желто-бурый суглинок (Заволжье)	3,85	3,77	62,70	11,12	4,21	6,95	2,24	1,92	2,05	0,07	0,73

Как видно из табл. 1, преобладающими элементами в почвообразующих породах являются O, Si, Al и Fe, входящие в состав наиболее распространенных в природе минералов — кварца, полевых шпатов, слюд и группы глинных минералов. Наиболее богатыми являются лёссы, которые содержат много Ca (главным образом в форме CaCO_3), а также Mg, K, S и P. Все эти

элементы играют первостепенную роль в питании растений. Самыми бедными являются пески, состоящие в основном из кварцевых зерен.

Почвы, сформировавшиеся на песках, отличаются низкой производительностью.

По содержанию карбонатов, сульфатов, а также щелочно-земельных и щелочных металлов и различных легко растворимых солей все почвообразующие породы подразделяются на карбонатные, бескарбонатные и засоленные.

К карбонатным породам относятся прежде всего лёссы и другие различного рода рыхлые отложения, заключающие в себе до 10—20% CaCO_3 и MgCO_3 .

Бескарбонатные материнские породы характеризуются большой обедненностью карбонатами, и количество окислов кальция, магния, а также калия и натрия в них обычно не превышает 1—3%. Бескарбонатные отложения широко распространены преимущественно в лесо-луговой зоне в виде разнообразных моренных суглинков, супесей и песков.

К категории засоленных почвообразующих пород относятся рыхлые образования, заключающие в себе наряду с карбонатами кальция значительное количество сульфатов и хлоридов кальция, магния и натрия. Засоленные породы нередко встречаются в Прикаспийской низменности, на Приаральской равнине и в других южных районах нашей страны.

Развивающиеся на этих породах почвы во многих случаях отличаются высокой засоленностью.

Механический состав почвообразующих пород и почв. Всякая почвообразующая порода как продукт выветривания первичной массивной горной породы состоит из отдельных зерен или обломков различных минералов и пород диаметром от нескольких сантиметров до микронов и миллимикронов включительно.

Точно так же и всякая почва, развивающаяся на определенной материнской породе, в минеральной своей части содержит минеральные частицы самой различной величины и формы.

Относительное (в процентах) содержание в почве или материнской породе минеральных частичек различной крупности называется механическим составом.

Механический состав оказывает непосредственное влияние на самые различные свойства почв, поэтому при исследовании и описке почв определение их механического состава, а также механического состава почвообразующей породы имеет большое практическое значение.

Обособленные частицы пород и минералов называются механическими элементами. В зависимости от величины

механические элементы (по Н. А. Качинскому) принято группировать следующим образом:

Диаметр механических элементов почвы (в мм)	
Камни	>3
Гравий	$3-1$
Песок: крупный	$1-0,5$
средний	$0,5-0,25$
мелкий	$0,25-0,05$
Пыль: крупная	$0,05-0,01$
средняя	$0,01-0,005$
мелкая	$0,005-0,001$
Ил: грубый	$0,001-0,0005$
тонкий	$0,0005-0,0001$
коллоиды	$<0,0001$
Физический песок ¹	$>0,01$
Физическая глина ¹	$<0,01$

Каменистая часть почвы (> 3 мм) представляет собой обломки пород и минералов. Капиллярными свойствами и влагоемкостью практически не обладает. Водопроницаемость провальная. Высокое содержание обломков препятствует обработке почвы.

Гравий ($3-1$ мм) — переходные по крупности частицы пород и минералов от каменистой части к почвенному мелкозему. Влагоемкость и капиллярные свойства ничтожно малы (влагоемкость менее 3%). Водопроницаемость провальная. Эти частицы, находясь в породе или пахотном слое, огрубляют их, но даже в случае высокого содержания не препятствуют сельскохозяйственному освоению территории.

Пески природные ($1-0,05$ мм) — частицы минералов, преимущественно кварца и в меньшей степени пород, обладая значительной водопроницаемостью, в то же время отличаются заметной влагоемкостью (5—15%) и капиллярными свойствами. В соответствии с этим они пригодны для выращивания культурных полевых растений и лесных насаждений, главным образом сосны.

Пыль ($0,05-0,001$ мм) отличается высоким содержанием кварца и некоторых других первичных минералов (полевые шпаты, слюды и др.). Частицы пыли в расчлененном состоянии не обладают положительными свойствами песка и в то же время являются «пассивной» частью при образовании почвенной структуры. Почвы, в которых преобладает средняя и мелкая пыль,

¹ Терминами физический песок и физическая глина подчеркивается, что в данном случае имеется в виду не химический и минералогический состав частиц, а лишь оттеняются их свойства в зависимости от величины. Кроме того, частички, имеющие величину 0,25 мм и меньше, обычно именуются почвенным мелкоземом; частички же крупнее 0,25 мм — почвенным скелетом. Каждая из механических фракций отличается своими характерными особенностями (Н. А. Качинский).

обычно малоструктурны, плохо водо- и воздухопроницаемы. При пахоте бесструктурной почвы они оказывают высокое тяговое сопротивление.

Ил ($< 0,001$ мм) наряду с первичными минералами содержит значительное количество вторичных глинных минералов (бейделлит, монтмориллонит, каолинит, гидрослюда, галлуазит и др.), состав которых в различных почвах разный. Богат полтораокисями железа и алюминия, а также кальцием, магнием, калием, натрием, фосфором, гумусом и микроэлементами, поэтому обуславливает запас питательных веществ в почве. Поверхностно весьма активен.

То или иное соотношение механических фракций сообщает почвам различные свойства, имеющие первостепенное значение в их плодородии.

Для определения механического состава почв необходимо знать относительное содержание в них частиц различной крупности. Для этого производят механический анализ почвы при помощи сит и путем отмучивания в воде. Ситовой метод применяют для анализа частиц $> 0,25$ мм, механические же фракции с частицами $< 0,25$ мм анализируют путем отмучивания в стоячей или проточной воде. Наиболее распространенным способом механического анализа почв является пипеточный метод, основанный на различной скорости падения в воде частиц различной величины.

Отдельные механические фракции в результате этого анализа собирают, высушивают, взвешивают и вычисляют процент их по отношению ко всей взятой для анализа навеске почвы.

Название почвы по механическому составу устанавливают по процентному содержанию отдельных фракций.

Подразделение, или классификацию, почв по механическому составу обычно производят на основании соотношения трех главных фракций: песчаной ($1-0,05$ мм), пылевой ($0,05-0,001$ мм) и илстой ($< 0,001$ мм). Однако в практике чаще пользуются так называемой двучленной формулой, соотношением лишь двух фракций: физической глины и физического песка.

Наиболее распространенная в настоящее время классификация почв по механическому составу представлена в табл. 2.

Такой же принцип классификации по механическому составу положен и в основу классификации почвообразующих пород. При этом почвообразующие породы получают соответственно следующие названия: рыхлый песок, связный песок, супесь, легкий суглинок, средний суглинок, тяжелый суглинок, легкая глина, средняя глина и тяжелая глина.

Всякая почва, обладающая тем или иным механическим составом, характеризуется и определенными физическими и химическими свойствами, имеющими самую непосредственную связь

с ее плодородием. При одном механическом составе почвы эти свойства будут более благоприятными, при другом — менее благоприятными. Точно же сказать, при каком механическом составе почва будет обладать наиболее благоприятными свойствами или какое соотношение отдельных механических фракций должно являться одним из критериев высокого качества почвы, пока не представляется возможным: этот вопрос до настоящего времени еще мало изучен. Поэтому ограничимся здесь лишь общими замечаниями, что лучшими в агрономическом смысле в отношении механического состава в большинстве случаев являются почвы легкосуглинистые и среднесуглинистые. Они характеризуются таким сочетанием глинистых и песчаных фракций, при котором создаются лучшие условия газообмена и водного режима почвы, обеспечивающие интенсивное развитие химических и биологических процессов.

Таблица 2

Классификация почв по механическому составу
(по Н. А. Качинскому).

Краткое название почвы по механическому составу	Содержание физической глины — частиц ≤ 0,01 мм (процент)		
	в почвах под- золистого типа почвообразова- ния	в почвах степ- ного типа почвообразова- ния, красно- земях и желто- земях	в солончах и сильно- солонцеватых почвах
Песчаная: рыхлая	0—5	0—5	0—5
связная	5—10	5—10	5—10
Супесчаная	10—20	10—20	10—15
Суглинистая: легкая . . .	20—30	20—30	15—20
средняя . . .	30—45	30—45	20—30
тяжелая . . .	45—50	45—60	30—40
Глинистая: легкая	50—65	60—75	40—50
средняя . . .	65—80	75—85	50—65
тяжелая . . .	> 80	> 85	> 65

Обладая достаточным количеством глинистых частичек, эти почвы являются вместе с тем сравнительно легкими для обработки, что также весьма ценно в производственном отношении.

Далее следует отметить группу супесчаных и затем тяжело-суглинистых почв и, наконец, песчаных и тяжелых глинистых, обладающих рядом неблагоприятных физических свойств.

При высокой агротехнике и правильном использовании почвы с любым механическим составом способны коренным образом изменять свои физические и химические свойства и становиться благоприятной средой для выращивания разнообразных культурных растений.

К сказанному необходимо добавить, что в природе нередко встречаются каменные почвы. По каменности почвы разделяются (по Н. А. Качинскому) следующим образом:

	Содержание частиц > 3 мм (процент)
Некаменная	< 0,5
Слабокаменная	0,5—5
Среднекаменная	5—10
Сильнокаменная	> 10

Тип каменности устанавливается по характеру скелетной части почвы. Почвы могут быть валунными, галечниковыми, щебенчатыми.

Каменность является отрицательным свойством, весьма снижающим производственную ценность почв. Поэтому лучшими в агрономическом отношении будут некаменные и слабокаменные, худшими — сильнокаменные почвы.

Химический и минералогический состав отдельных механических фракций почв и почвообразующих пород. Обладая различными физическими свойствами, отдельные механические фракции почв отличаются в то же время различным минералогическим и химическим составом (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав механических элементов лёсса
(по А. Н. Соколовскому)

Размер частичек (мм)	Содержание химических элементов (процент)					
	CO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅
Меньше 0,001	10,11	38,98	24,85	14,00	5,10	0,319
0,005—0,01	5,29	62,21	17,34	7,65	2,03	0,226
0,01—0,25	3,12	77,42	10,68	4,81	1,01	0,112

Из таблицы видно, что химический состав в заметной степени меняется в зависимости от величины минеральных частичек: чем крупнее они, тем больше содержится в них таких инертных веществ, как SiO₂, тем беднее они такими соединениями, которые содержат в себе железо, кальций, магний, фосфор и, наоборот, чем мельче частицы, тем больше в их составе таких элементов, как P, Ca, Mg, Fe и Al.

Правда, приведенные данные не являются типичными для всех встречающихся в природе почвообразующих пород и почв, но они характеризуют то общее положение, что именно мельчайшие глинистые частички составляют наиболее ценную часть почвы, в которой главным образом сосредоточены основные за-

пасы многих необходимых для растений питательных зольных элементов.

Это объясняется тем, что в грубых механических фракциях преобладают преимущественно кварц и полевые шпаты с высоким содержанием кремнезема, а в тонких — в основном глинные минералы (каолинит, галлуазит, монтмориллонит, аллофан, бейделлит, нонтронит и др.) с низким содержанием кремнезема и высоким содержанием полуторных окислов калия, магния и химически связанной воды.

Наиболее сложной в отношении химического состава является иловатая фракция ($<0,001$ мм), в которую входят все коллоидные соединения почвы.

Вместе с тем, чем мельче минеральные частицы, тем больше их удельная поверхность и тем сильнее у них выражена возможность для активного взаимодействия с элементами окружающей среды.

В отличие от глинистых частичек каменисто-хрящеватые элементы механического состава почвы представляют собой наименее подвижную и наименее активную часть почвы. Как непосредственный источник минеральной пищи для растений эти элементы имеют ничтожное значение. Они оказывают некоторое влияние только на характер физических процессов, совершающихся в почве, на степень проникновения в почву влаги, воздуха и на другие физические явления.

Таким образом, механический состав характеризует в известной степени не только физические свойства, но и химический состав почвы и материнской породы.

ГЛАВА II

ОБЩАЯ СХЕМА ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

БИОЛОГИЧЕСКИЙ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПРИРОДЕ

Во всех горных породах, покрывающих поверхность земного шара, с момента их образования возникают и непрерывно развиваются процессы физического и химического выветривания.

Под воздействием воды, колебаний температуры, а также углекислого газа и кислорода, проникающих вместе с осадками внутрь горных пород, идет их разрушение и изменение. В результате выветривания горные породы переходят из состояния массивного (скала, камни) в раздробленное (дресва, песок, глина). При этом они приобретают ряд новых свойств и особенностей: становятся более проницаемыми для воды и воздуха, в них увеличивается общая поверхность частиц, усиливающая химическое выветривание, образуются новые, в том числе и легко растворимые в воде соединения, и в результате горная порода приобретает способность удерживать в себе влагу (влагоемкость), имеющую большое значение для растений.

Таковы те существенные особенности, которые возникают в горных породах при их превращении в почву. Но как бы далеко ни зашли в своем развитии физические и химические процессы выветривания, они одни не могут привести к накоплению в горной породе элементов пищи для растений, составляющих одно из важнейших условий плодородия, а следовательно, и не могут превратить горную породу в почву. Образующиеся в результате физического и химического выветривания легко растворимые соединения могут только вымываться из горных пород под влиянием атмосферных осадков; кроме того, такой биологически важный элемент, как азот, потребляемый в большом количестве растениями, совершенно не содержится в изверженных горных породах.

Накопление элементов зольной и азотной пищи в поверхностных горизонтах почвообразующей породы происходит в результате жизнедеятельности зеленых растений и микроорганизмов.

Началом процесса почвообразования необходимо считать тот момент, когда на продуктах выветривания горных пород поселяются растения и микроорганизмы. С этого момента материнская порода становится почвой — новым природным телом, обладающим рядом присущих ему определенных качеств и свойств, самым существенным из которых является плодородие.

В этом отношении все существующие почвы на земном шаре представляют собой естественноисторическое тело, образование и развитие которого тесно связано с развитием всей органической жизни на земной поверхности. Раз зародившись, почвообразовательный процесс никогда не прекращается, он является одним из проявлений эволюции жизни на Земле.

Из сказанного можно дать следующее определение понятия «почва»: почвой называется рыхлый поверхностный слой земной коры, который видоизменен и продолжает видоизменяться под воздействием биологических и атмосферных факторов и который в отличие от горной породы обладает существенным качеством — плодородием.

Чрезвычайно велико и многообразно значение растительности в почвообразовании. Пронизывая корнями почвообразующую породу, растения извлекают из нижних ее горизонтов питательные вещества и закрепляют их в синтезированном органическом веществе.

Растительные остатки концентрируются в верхних слоях почвообразующей породы и служат пищей для микроорганизмов. В процессе жизнедеятельности микробов растительные остатки частично минерализуются с освобождением элементов зольного и азотного питания. После минерализации отмерших частей растений заключенные в них зольные элементы отлагаются в верхних горизонтах почвообразующей породы, создавая тем самым благоприятные условия питания для последующих поколений растительных организмов.

Так, в результате постоянного синтеза и разрушения органического вещества в верхних горизонтах почвы осуществляется накопление элементов зольной и азотной пищи для растений. Такого рода явление, свойственное почве и связанное с развитием растительности и микроорганизмов, называется биологической избирательной погложительной способностью почвы.

Наряду с этим в процессе превращения растительных остатков в почве всегда образуется то или иное количество перегноя, придающего почве ряд благоприятных физических свойств. Постепенно в верхней части породы формируется окрашенный гумусом перегнойный горизонт, обогащенный элементами зольного и азотного питания растений.

В процессе распада органического вещества почвы неизбежно выделяются органические кислоты, которые, действуя

на материнскую горную породу, усиливают ее выветривание. Наконец, корни растений в процессе жизнедеятельности выделяют различные кислоты, под влиянием которых трудно растворимые минеральные соединения частично переходят в растворимую, а следовательно, и усвояемую для растений форму.

Таковы те главнейшие факторы, которые характеризуют возникновение и развитие почвообразовательного процесса в природе.

Однако приведенный выше процесс почвообразования представляет собой лишь самую общую, самую широкую схему.

В природе же при образовании почвы имеет место весьма сложный комплекс процессов, развертывающихся на общем фоне этой схемы.

В любой почве наряду с биологическими процессами постоянно протекают физические, химические и физико-химические процессы, происходят разрушение и синтез минеральных веществ, миграция, или передвижение, веществ и их аккумуляция в почвенной толще, окислительно-восстановительные процессы, а также процессы взаимодействия продуктов разрушения и синтеза органических соединений с минеральной частью почвы. Но и в этом сложном комплексе взаимосвязанных и взаимообусловленных явлений ведущее, основное значение всегда имеет биологический процесс, без которого нет почвообразования, а следовательно, нет и почвы.

Из вышеизложенного становится очевидным, что почва представляет собой среду, где постоянно совершаются синтез и разрушение органического вещества, непрерывный круговорот элементов зольной и азотной пищи в системе почва — растение — почва. В результате органические и минеральные вещества, входящие в состав почвы, все время меняют свои свойства, переходя то в растворимое, то в не растворимое в воде состояние. Этот двусторонний процесс называется малым, или биологическим, круговоротом зольной и азотной пищи растений. Благодаря этому процессу в почве постоянно поддерживается плодородие.

Наряду с малым, или биологическим, круговоротом зольной и азотной пищи в природе имеет место и так называемый большой, или геологический, круговорот веществ, с которым связан процесс растворения и выноса питательных элементов из почвы в ручьи, реки, моря и океаны, где они откладываются в виде различного рода пород.

Развитие геологического круговорота веществ в природе сопровождается обеднением почв питательными веществами и снижением их производительности.

Очевидно, что биологический круговорот веществ между почвой и живыми организмами в естественных условиях не

всегда и не всюду является вполне замкнутым или точно сбалансированным: некоторая часть питательных веществ из почвы может теряться безвозвратно.

Поэтому для поддержания почвенного плодородия на высоком уровне необходимо создавать такие условия, при которых процесс геологического круговорота элементов пищи получал бы наименьшую степень выражения.

Биологический круговорот зольной и азотной пищи растений лежит и в основе сельскохозяйственного производства. При этом чем выше культура земледелия и чем рациональнее используется земля, тем меньше элементов зольной и азотной пищи вырывается из биологического круговорота и вовлекается в геологический круговорот, тем выше будет производительность почв. При высокой культуре земледелия в биологический круговорот веществ между почвой и возделываемыми растениями можно вовлекать новые питательные элементы.

Мощным средством в этом отношении являются органические и минеральные удобрения. При помощи удобрений в биологический круговорот веществ не только вовлекаются все новые и новые резервы элементов питания, но и прогрессивно улучшаются физические, химические и биологические свойства почв и создаются реальные возможности для неограниченного роста урожая.

ОРГАНИЗМЫ И ИХ РОЛЬ В ПОЧВООБРАЗОВАНИИ

Микроорганизмы и их роль в почвообразовании. *Общие сведения.* Почвообразование — биологический процесс, и в его развитии принимают непосредственное участие самые различные группы живых организмов. Среди них большое значение имеют микроорганизмы, распространенные широко в природе. Они встречаются в почве, воздухе, на высоких горах, на голых каменных скалах, в пустынях, глубинах Северного Ледовитого океана и т. д.

Особенно широкое распространение микробы имеют в почве, которая представляет единственную природную среду, где для нормального их развития существуют все необходимые условия.

Хорошая почва всегда содержит достаточное количество органических и минеральных веществ, часто имеет необходимую влажность и реакцию почвенного раствора, достаточно снабжена кислородом и защищает микроорганизмы от губительного влияния прямых солнечных лучей.

Развитие микроорганизмов в почве теснейшим образом связано с органическим веществом. Чем богаче почва растительными остатками, тем больше содержится в ней микробов (табл. 4).

Количество микроорганизмов в почвах СССР
(по данным Е. Н. Мишустина)

Почва	Состояние почвы	Общее количество микробов (млрд. на 1 г почвы)	Микробная масса		
			вес (г/га)		процент от перегноя
			сырой	сухой	
Подзол	Целинная	0,3—0,6	0,6	0,1	0,1
Дерново-подзолистая	Целинная	0,6—1	0,9	0,2	0,2
	Окультуренная	1—2	3,5	0,9	1,0
Чернозем	Целинная	2 —2,5	3,7	0,9	0,3
	Окультуренная	2,5—3	5,2	1,3	0,7
Серозем	Целинная	1,2—1,6	2,5	0,5	1,6
	Окультуренная	1,8—3,0	5,0	1,2	3,4

В 1 г дерново-подзолистых почв содержится около 500 млн. бактерий, в 1 г каштановых — 1—1,5 млрд.; в черноземах, отличающихся высоким содержанием органического вещества, количество микроорганизмов достигает 2—3 млрд. в 1 г почвы, а в хорошо окультуренных черноземах микроорганизмов значительно больше.

Несмотря на ничтожно малый размер микробов, общий вес их в почвах достигает значительной величины. Так, если принять в среднем размеры клеток равными 1×2 микрона и количество их в 1 г почвы 5 млрд., то в 25-сантиметровом слое 1 га почвы живой вес микробов составит около 1—3 т.

Особенно богаты микроорганизмами культурные, хорошо обрабатываемые и удобряемые навозом почвы.

Вся эта масса микробов в почвенной толще распределена неравномерно. Наиболее богаты микроорганизмами поверхностные горизонты до глубины 25—35 см; по мере углубления число микробов становится все меньше и меньше, а на значительной глубине они встречаются в ничтожном количестве. Большое влияние на распределение микрофлоры в почвенной среде оказывает корневая система растений. Корни постоянно выделяют во внешнюю среду различного рода органические соединения, служащие хорошим источником питания для микроорганизмов; в прикорневой зоне растений обычно имеются благоприятные условия для микроорганизмов. Эта зона называется ризосферой. В ризосфере, как показывают многие исследования, число микробов в десятки и сотни, а иногда и в тысячи раз больше, чем вне зоны корней. Микробы покрывают корневую систему растений почти сплошным слоем.

Обильная микрофлора в ризосфере, а также и во всей почвенной толще играет большую роль в развитии почвенного

плодородия. Микроорганизмы могут интенсивно развиваться только при определенных температурных условиях, при соответствующих влажности и реакции среды.

Большое значение для их жизнедеятельности имеет температурный режим.

Опыты показывают, что минимальная температура, при которой еще возможна жизнедеятельность большинства почвенных микробов, равна приблизительно $+3^{\circ}$. Ниже этой температуры развитие их обычно прекращается. Максимальная температура около $+45^{\circ}$. Что же касается оптимальной температуры, то она находится чаще всего в пределах $+20-35^{\circ}$.

Влияние температуры на жизнедеятельность микроорганизмов теснейшим образом связано с влажностью. Влага в такой же степени необходимый фактор для развития микробов, как и тепло. Если температура разлагающейся массы вполне благоприятна, но влажность недостаточна или избыточна, то разложение будет затруднено.

Точно так же будет затруднено разложение, если условия влажности оптимальны, но температурные условия неблагоприятны. Процессы разложения наибольшей интенсивности достигают обычно при влажности почвы около 60% от полной влагоемкости. В соответствии с этим и разложение растительных остатков в природе на протяжении года протекает неравномерно.

Наиболее энергично разложение совершается чаще всего в первую половину лета, когда тепловые условия и влажность находятся в наиболее благоприятном сочетании. В жаркие летние месяцы, когда почва сильно пересыхает, жизнедеятельность микроорганизмов снижается и процесс разложения сводится к минимуму. Разложение замедляется также по мере уменьшения тепла в осенний период, а с наступлением морозов этот процесс совсем прекращается.

Что касается реакции среды, то различные группы микроорганизмов в этом отношении предъявляют различные требования. Так, все бактерии могут развиваться только в нейтральной, слабокислой или слабощелочной среде. Кислая реакция действует на бактерии угнетающе. Сильнейшим препятствием для жизнедеятельности бактерий являются также дубильные вещества, содержащиеся в древесной растительности.

Грибы, наоборот, свободно мирятся и с ясно выраженной кислой реакцией. В отличие от бактерий грибы хорошо развиваются на растительных остатках, содержащих дубильные вещества.

С жизнедеятельностью микроорганизмов связаны разложение отмерших растений и животных и превращение их в перегной, или гумус, процессы минерализации органического вещества, фиксации атмосферного азота, процессы аммонифика-

ции, нитрификации, денитрификации и процессы синтеза сложных органических соединений.

Большое значение имеют микроорганизмы в разрушении и синтезе минералов, а также в регулировании окислительно-восстановительных условий в почве.

В состав огромного микроскопического населения почвы входят бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли, простейшие (protozoa) и различные ультрамикроскопические существа — фаги, бактериофаги и актинофаги.

Бактерии. Бактерии составляют самую обильную и разнообразную группу почвенной микрофлоры; это — микроскопические одноклеточные организмы, которые обладают клеточной оболочкой, богаты нуклеопротеидами и лишены хлорофилла и пластид. Бактерии не имеют клеточного ядра и размножаются простым делением. По размеру бактерии очень невелики, обычно они не превышают нескольких микрон. Они имеют различную форму — круглую, палочковидную и изогнутую.

По типу питания бактерии подразделяются на две группы — автотрофные и гетеротрофные.

По отношению к воздуху бактерии делятся на аэробные и анаэробные. Аэробные бактерии могут развиваться только в условиях свободного доступа воздуха, анаэробные — не требуют для дыхания молекулярного кислорода. Среди анаэробов имеются условные, факультативные, бактерии, которые могут развиваться как без кислорода, так и в его присутствии, и безусловные, облигатные, микробы, которые могут жить и размножаться только при отсутствии свободного доступа воздуха.

Автотрофные бактерии используют для питания только углерод из углекислоты и не нуждаются в сложных органических веществах. Для превращения углерода углекислоты в органические соединения своего тела они используют или солнечную энергию (фотосинтез), или химическую энергию окисления ряда минеральных веществ (хемосинтез).

К категории бактерий, обладающих способностью фотосинтеза, относятся только цветные, зеленые и пурпурные серобактерии. Значительно шире развито в природе питание микробов при помощи хемосинтеза. Наиболее распространенными в почве хемотрофными бактериями являются нитрифицирующие, железобактерии, тионовые и водородные бактерии.

Большое значение в почвообразовании имеют нитрифицирующие бактерии, с которыми связан процесс нитрификации.

Процесс нитрификации, т. е. процесс превращения аммиака в соли азотной кислоты, совершается под воздействием двоякого рода бактерий. Одни из них (*Nitrosomonas*, *Nitrocystus*, *Nitrospirae*) окисляют аммиак до азотистой кислоты: $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 158 \text{ ккал}$. Другие бактерии (*Nitro-*

bacter) продолжают реакцию окисления, в результате чего образуется азотная кислота: $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{HNO}_3 + 48 \text{ ккал}$.

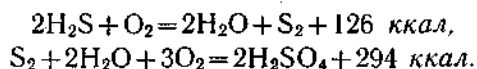
Азотная кислота, встречаясь в почве с различными основаниями, тотчас же дает ряд азотнокислых солей: NaNO_3 , KNO_3 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Соли азотной кислоты являются наиболее удобной формой азотного питания растений, поэтому процесс нитрификации имеет большое производственное значение.

Следует заметить, что нитрификация в почвах протекает при совместной, а не последовательной деятельности отмеченных выше нитрифицирующих микробов, поэтому в почвах и не удается обнаружить значительного содержания солей азотистой кислоты.

Процесс нитрификации лучше всего развивается в хорошо аэрируемых почвах с нейтральной или щелочной реакцией (рН от 6,2 до 9) при наличии значительного количества перегноя и достаточного содержания влаги. Анаэробные условия и кислая среда губительны для нитрифицирующих бактерий.

Рациональная механическая обработка почвы, известкование кислых почв, внесение удобрений — важнейшие мероприятия, с помощью которых можно создавать наиболее благоприятные условия для нитрификации. Нитрификация является окислительным процессом, поэтому аэрация — необходимое условие интенсивного образования азотных солей в почве.

Серобактерии, к которым относятся *Thiobacillus thiooxydans*, *Thiobacillus thioaragus* и др., вызывают процесс сульфотрификации, т. е. окисление сероводорода до серной кислоты. Процесс сульфотрификации осуществляется в две стадии — окисление сероводорода до серы и окисление серы до серной кислоты:

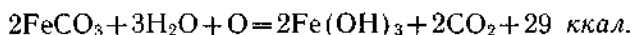


Образующаяся в этом процессе серная кислота, встречаясь в почве с различными основаниями, переходит в соли серной кислоты, из которых растения и берут для питания серу.

Все серобактерии являются аэробами, поэтому условия, благоприятствующие процессу нитрификации, способствуют в то же время и процессу сульфотрификации. Чем рыхлее почва и чем благоприятнее в ней условия газообмена, тем энергичнее происходит превращение H_2S в серную кислоту. В почвах плохо аэрируемых, уплотненных, лишенных притока воздуха процесс сульфотрификации уступает место так называемому процессу десульфотрификации, при котором особого рода анаэробными бактериями соли серной кислоты восстанавливаются обратно до H_2S .

Железобактерии представлены в почвах главным образом нитевидными (*Crenothrix*, *Leptothrix*) и одноклеточными (*Gallionella*, *Siderocapsa*) бактериями. С жизнедеятельностью

железобактерий связан процесс окисления закисных солей железа в окисные:



Некоторые железобактерии способны окислять также соли марганца, образуя при этом железомарганцовые конкреции в почве.

Гетеротрофные бактерии усваивают углерод из органических соединений, поэтому они могут развиваться только при наличии органических веществ. Они представлены в почвах разнообразными физиологическими группами, в своей совокупности осуществляющими процесс разрушения всех органических соединений до стадии полной их минерализации. С жизнедеятельностью гетеротрофных бактерий связаны процессы аммонификации, маслянокислого брожения, брожения пектиновых веществ, целлюлозы, разложения белков, денитрификации и дисульфидификации.

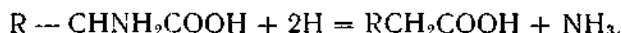
К этой же категории микроорганизмов относятся и азотфиксирующие бактерии, играющие огромную роль в круговороте азота в природе. По отношению к кислороду воздуха гетеротрофы делятся на аэробные и анаэробные бактерии.

Аммонификация, т. е. процесс разложения органических азотистых веществ с образованием аммиака, вызывается жизнедеятельностью весьма разнообразных групп микроорганизмов. Аммиак выделяется при разложении белков, пептонов, аминокислот, мочевины, мочевой и гипуровой кислот.

Типичными представителями аммонифицирующих бактерий являются *Bact. vulgare*, *Bact. putidum*, *Bact. subtilis*, *Bact. mesentericus* и *Bact. mycoides*.

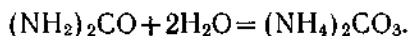
Первой стадией распада белка является гидролиз с образованием свободных аминокислот; часть из них используется микробами на построение тела, другая часть может подвергнуться дальнейшему разложению с отщеплением азота в форме аммиака.

Химически этот процесс может быть выражен следующей схемой:



Процесс аммонификации белков может идти как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Гидролитический распад мочевины протекает преимущественно в аэробных условиях под влиянием главным образом следующих бактерий: *Micrococcus ureae*, *Sarcina ureae*, *Urobacterium pasteurii*, *Urobacillus miquelii* и др.

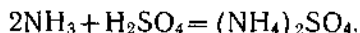
Схематически процесс аммиачного брожения мочевины можно представить следующим образом:



Образующийся при этом углекислый аммоний, как вещество химически непрочное, легко затем распадается на углекислоту, воду и аммиак:



Встречаясь в почвенных условиях с различными кислотами, аммиак вступает с ними в реакцию и образует аммонийные соли. Так, например, в случае взаимодействия аммиака с серной кислотой может образоваться сульфат аммония:



Азот в виде аммиачных соединений вполне доступен для питания растений. Так как процесс аммонификации совершается аэробными и анаэробными микроорганизмами, то образование аммиачного азота может происходить и в почвах, хорошо аэрируемых, и в почвах уплотненных, с затрудненным газообменом.

Необходимо при этом отметить, что накопление аммиака в почве и дальнейший процесс его окисления или нитрификации имеют место в том случае, когда отношение С к N в разлагающемся материале меньше 20:1; при отношении С к N больше 20:1 весь образующийся аммиак перехватывается микроорганизмами, разлагающими безазотистые органические вещества, и используется ими для построения белка своей плазмы. Наличие в почве большого количества неразложившегося органического вещества, богатого углеводами (например, соломы), тормозит накопление аммиака в почве (Л. Н. Александрова).

Распад углеводов происходит под влиянием маслянокислых бактерий *Clostridium pasteurianum*, *Clostridium butricum* и др.

Маслянокислое брожение сопровождается образованием масляной кислоты, углекислоты и водорода:



Брожение целлюлозы вызывается жизнедеятельностью специфических целлюлозоразлагающих бактерий, типичными представителями которых является *Cytophaga hutchinsonii*, *Bac. omelianskii* и др.

Биохимический процесс распада целлюлозы или клетчатки происходит как в аэробных, так и в анаэробных условиях.

Брожение пектиновых веществ, представляющих собой межклеточные вещества растительных тканей, протекает в аэробных и анаэробных условиях под влиянием пектиноразлагающих бактерий *Clostridium pectinovorum* и др.

Гидролитический распад жиров происходит под воздействием микроорганизмов, обладающих ферментом липазой. Наиболее энергичными разрушителями жиров являются *Pseudomonas fluorescens* и *Bact. putrescens*.

Весьма распространенными микроорганизмами в почве являются денитрифицирующие бактерии, вызывающие процесс денитрификации — восстановления нитратов до свободного азота.

Наиболее энергичными денитрификаторами являются преимущественно неспороносные бактерии *Pseudomonas fluorescens*, *Bact. stutzeri*, *Bact. denitrificans* и др.

Денитрифицирующие бактерии принадлежат к факультативным анаэробам, которые хотя и могут развиваться в присутствии кислорода воздуха, однако интенсивнее развиваются при затрудненном доступе воздуха или даже при полном его отсутствии. Не получая кислорода воздуха или получая его в ограниченном количестве, эти бактерии отнимают его от нитратов и нитритов и окисляют им безазотистые органические вещества. Часть выделяющегося при этом азота безвозвратно улетучивается в атмосферу, другая же часть идет на построение плазмы денитрификаторов.

Для земледелия денитрификация в большинстве случаев вредна, поскольку она связана с потерей азота — важнейшего для растений питательного элемента. Однако интенсивно развиваться этот процесс может лишь в почвах с плохой воздухопроницаемостью, уплотненных и заболоченных. В почвах же культурных и хорошо обрабатываемых жизнедеятельность денитрифицирующих бактерий сильно угнетается и отрицательная их роль не проявляется.

Бактерии, ассимилирующие атмосферный азот. Большое значение в накоплении азотных соединений в почвах имеет процесс фиксации, или связывания, атмосферного азота.

Сущность этого процесса заключается в том, что определенная группа бактерий, так называемых фиксаторов азота, связывает свободный азот атмосферы и, превращая его в сложные соединения своего тела, тем самым обогащает им почвенную толщу. Таким образом, наряду с процессами разложения сложных органических азотных веществ в почве происходят и процессы созидания, или синтеза, азотистых соединений за счет свободного азота атмосферы.

Отметим, что запасы азота в атмосфере практически неисчерпаемы. Над каждым квадратным метром поверхности земли висит столб газообразного азота весом в 8 т. Между тем атмосферный азот непосредственно высшим растениям совершенно недоступен, он может быть использован только после предварительного связывания его специальными азотфиксирующими микроорганизмами.

В почве существуют две группы азотфиксирующих микробов. Одни из них, так называемые клубеньковые бактерии (*Bacterium radicola*), способны развиваться только на корнях

различных бобовых растений, другие же свободно живут в почвенной среде.

Из свободно обитающих микробов одни являются аэробными (*Azotobacter chroococcum*), другие — анаэробными организмами (*Clostridium pasteurianum*).

Наибольшее значение в земледелии имеют клубеньковые бактерии и из свободно живущих — *Azotobacter*, что же касается бактерий другого вида — *Clostridium pasteurianum*, то они, будучи анаэробными, в культурных, хорошо обрабатываемых почвах обычно угнетаются, вследствие чего и роль их в накоплении азота в почве сравнительно незначительна.

Клубеньковые бактерии, способные жить только в симбиозе с бобовыми растениями, представлены в почвах несколькими видами. Каждый вид клубеньковых бактерий может развиваться только на одном определенном виде или на нескольких видах бобовых растений. При благоприятных условиях, как показывают наблюдения, количество связываемого клубеньковыми бактериями азота может достигать 100 и даже 120 кг на гектар за один вегетационный период.

Что же касается свободно живущих бактерий (*Azotobacter*), то необходимым условием их существования является наличие в почве перегнойных веществ как источника углеродистых соединений, из которых данные организмы черпают необходимую им энергию.

Общее количество азота, которое может быть накоплено в почве азотобактером на протяжении лета, достигает в среднем 30—35 кг на гектар. Эти цифры весьма красноречиво говорят о той огромной роли, которую играют азотфиксирующие бактерии в плодородии почв. Накопленный в телах микроорганизмов азот подвергается в почве тем же превращениям, что и азот других органических соединений. После отмирания азотфиксирующих бактерий их тела под воздействием процессов аммонификации и нитрификации разлагаются и заключенный в них азот переходит в аммонийные и затем в нитратные соединения, которые и служат пищей для растений.

Грибы. Наряду с бактериями большое участие в почвообразовательных процессах принимают грибы, которые являются гетеротрофными сапрофитными организмами, питающимися готовым органическим веществом.

Грибная микрофлора в почвах весьма разнообразна и представлена большим количеством видов. Наиболее распространенными из них являются плесневые грибы, которые размножаются или путем образования конидий из конидиеносцев, или спорангиев, на особых утолщенных клетках. К группе плесневых грибов принадлежат представители родов *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Rhizopus*.

Значительно распространены в почвах также грибы-водоросли (*Phycomycetes*), сумчатые грибы (*Ascomycetes*), в том числе дрожжевые грибы (*Saccharomycetes*), а затем высшие (*Basidiomycetes*) и несовершенные грибы (*Fungi imperfecti*).

Многие виды грибов способны образовывать на корнях зеленых растений микоризу, обуславливая особый микотрофный тип корневого питания растений.

Микоризой обычно называется сожительство многих растений с особыми почвенными грибами, получившими название микоризных грибов. Различают эктотрофную, или наружную, микоризу и эндотрофную, или внутреннюю, микоризу; гифы гриба эктотрофной микоризы распространяются преимущественно на поверхности корня, образуя около него как бы особый чехол; гифы гриба эндотрофной микоризы проникают внутрь корня, распространяясь в его тканях.

В этом симбиозе грибы микоризы используют углеводы, в частности сахар, а также некоторые оксикислоты и аминокислоты, поступающие из листьев в корни растений, и в то же время снабжают зеленые растения азотом, поскольку грибы способны усваивать питательные вещества, в том числе и азот, непосредственно из органических соединений почвенного перегноя, лесной подстилки и полуразложившихся торфянистых остатков.

Наиболее широко распространены микоризные грибы среди древесных растений, при этом для каждого вида растений характерен особый вид гриба. Так, гриб *Boletus elegans* дает микоризу у лиственницы и встречается только там, где произрастает это дерево; *Boletus luteus* поселяется на корнях сосны и т. д.

Вся грибная микрофлора отличается довольно высокой потребностью в кислороде, поэтому наиболее богаты грибами поверхностные слои почвы. Большинство грибов развивается при температуре от 5 до 40°, имея оптимум около 25—30°. Существенной особенностью грибов является то, что они хорошо развиваются как в нейтральной, так и в кислой среде, поэтому разложение древесных остатков в лесу, отличающихся кислой реакцией, происходит главным образом под влиянием грибной микрофлоры.

С жизнедеятельностью грибной микрофлоры в почве связаны многообразные процессы разложения клетчатки, жиров, лигнина, белков и других органических соединений. В разложении клетчатки наибольшее участие принимают грибы из родов *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Fusarium* и другие; из грибов, разлагающих пектин, могут быть названы *Mucor stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Cladosporium* и другие; многие плесени (*Oidium lactis*, разные виды *Aspergillus* и *Penicillium*) энергично разлагают жиры.

Углеводороды с открытой цепью, а также углеводороды ароматического ряда под влиянием ряда грибов окисляются до CO_2 и H_2O ; многими плесневыми и несовершенными грибами вызывается аммонификация белков. Особенно большую роль играют грибы в образовании и разложении перегнойных веществ, составляющих наиболее существенную часть почвы.

Актиномицеты. Большое распространение в почвах имеют актиномицеты, или лучистые грибы (*Actinomycetes*), представляющие собой переходную форму между бактериями и грибами (табл. 5).

Таблица 5

Распространение актиномицетов в почвах СССР

(по данным Н. А. Красильникова, А. И. Коренако, О. И. Артамоновой)

Почвы	Количество зародышей актиномицетов	
	тыс. на 1 г почвы	процент антагонистов
Дерново-подзолистые (Московская область)	2 900	13
Торфянисто-болотные (Белорусская ССР)	1 480	20
Черноземы мощные (Украинская ССР)	3 500	43
Каштановые (Заволжье)	1 000	22
Сероземы (Средняя Азия)	14 300	37

Характерной особенностью актиномицетов является одноклеточный ветвистый мицелий, имеющий две части: одна из них погружена в питательный субстрат, а другая поднимается вверх в виде воздушного мицелия, на котором образуются споры. Колонии актиномицетов часто пигментированы и окрашены в розовые, красные, зеленоватые, бурые и черные цвета.

Все актиномицеты относятся к типичным аэробам и лучше всего развиваются при температуре 30—35°. Среди них значительно распространены антагонисты, угнетающие развитие бактерий путем выделения антибиотиков.

Роль актиномицетов в почвообразовательных процессах весьма значительна. Они принимают активное участие в разложении безазотистых и азотистых органических веществ, в том числе и наиболее стойких соединений, входящих в состав почвенного перегноя, или гумуса.

Водоросли. Среди почвенной микрофлоры значительное место занимают водоросли. Чаще всего в почве встречаются жгутиковые водоросли (*Flagellatae*), зеленые водоросли (*Chlorophyceae*), сине-зеленые (*Cyanophyceae*) и диатомовые водоросли

(Diatomeae). На поверхности почвы, а также в пахотном слое глубиной 30 см количество клеток водорослей может достигать 100 тыс. в 1 г почвы.

Водоросли активно участвуют в процессах выветривания горных пород и минералов, например каолинита, разлагая его на свободные окислы кремния и алюминия.

Будучи организмами, содержащими хлорофилл, они способны к фотосинтезу и при своем развитии обогащают почвенный слой некоторым количеством органического вещества.

Сине-зеленые водоросли (*Nostoc*, *Phormidium*) способны усваивать газообразный азот. В этом отношении они представляют интерес для сельского хозяйства. Вместе с тем обильное развитие водорослей обогащает почву углеводами и стимулирует развитие в ней азотфиксирующих бактерий типа азотобактера.

Лишайники. Наряду с бактериями, грибами и водорослями значительное участие в почвообразовательных процессах принимают лишайники, которые представляют собой сложные симбиотические организмы, состоящие из гриба и водоросли.

Лишайники способны произрастать непосредственно на камнях и скалах, поэтому они обычно являются пионерами растительной жизни на обнаженной поверхности горных пород. Наиболее распространенными из них являются накипные, или корковые, затем листоватые и кустистые лишайники. Большинство лишайников обладает способностью внедряться в толщу горной породы при помощи гиф гриба и вызывает активное разрушение всех горных пород, выходящих на дневную поверхность. К ним принадлежат *Rhizocarpon geographicum*, различные виды *Lecanora*, *Aspicilia*, *Halmatomma* и др. Большое распространение имеют лишайники родов *Cladonia*, *Alectoria* и другие в тундре, в лесной зоне и высокогорных областях.

Развиваясь на магматических, в особенности на богатых кремнеземом породах, лишайники образуют на их поверхности весьма характерные, пестро окрашенные покровы красного, желтого, черного, серого, бурого и других цветов.

Лишайники выделяют углекислоту и специфические лишайниковые кислоты, вызывающие разрушение минералов; многие лишайники образуют антибиотики, угнетающие развитие бактерий.

В результате жизнедеятельности лишайников на поверхности горных пород образуется тонкий слой примитивной почвы, в которой накапливается некоторое количество перегноя, а также фосфора, калия, серы и других элементов. На этой примитивной почве поселяются скальные мхи, а в дальнейшем и некоторые высшие зеленые растения.

Простейшие (Protozoa). Широкое распространение в почве имеют представители простейших животных организмов, получивших общее название Protozoa. К ним относятся корненожки

(Rhizopoda), жгутиковые (Flagellata) и ресничные, или инфузории (Ciliata). Большинство простейших — аэробы, и только немногие из них являются анаэробами.

Наиболее благоприятные температурные условия для их развития лежат в пределах 18—22°, наилучшая реакция — нейтральная, однако хорошее развитие простейших наблюдается также и при кислой реакции. По способу питания простейшие являются большей частью гетеротрофами; они питаются преимущественно другими организмами — бактериями, водорослями, а также зародышами грибов и другими микроорганизмами.

Среди простейших имеются сапрофитные организмы, в частности жгутиковые и некоторые инфузории, питающиеся растворимыми органическими веществами. Среди жгутиковых имеются автотрофные простейшие. Некоторые представители простейших живут в симбиозе с зелеными водорослями. Распространены простейшие преимущественно в поверхностном 15-сантиметровом слое почвы. В 1 га почвы их насчитывается до 1,5 млн. Чем богаче почва органическим веществом, тем больше в ней простейших, в особенности амев.

В процессе жизнедеятельности простейшие превращают сложные органические соединения в более простые и тем способствуют увеличению в почве запаса доступных высшим растениям веществ. Нередко в почвах, богатых амевами, обнаруживают больше растворимых соединений азота, чем в аналогичных почвах, менее населенных амевами.

Животные и их роль в почвообразовании. В почве живет большое количество беспозвоночных и позвоночных животных, принимающих постоянное и активное участие в почвообразовательных процессах.

Существенное значение в этом отношении имеют прежде всего представители беспозвоночных — личинки различных насекомых, муравьи, а в особенности дождевые черви, которые, измельчая органические остатки и пропуская их вместе с минеральными частицами почвы сквозь пищеварительный аппарат, часто производят весьма глубокие изменения в химических и физических свойствах почв.

О значении в почвообразовательном процессе населяющих почву различного рода животных красноречиво говорит, например, тот факт, что одни лишь дождевые черви способны пропустить ежегодно через свой организм несколько тонн почвенной массы на участке 1 га. Отсюда следует, что задолго до обработки почвы земледельческими орудиями она непрерывно «перелаживалась» червями. Эти низко организованные существа играют важную роль в развитии почв. В окультуренных поливных сероземах, по исследованиям Н. А. Димо, дождевые черви выбрасывают ежегодно на поверхность 1 га около 123 т переработанной почвы.

Экскременты червей, или копролиты, представляют собой хорошо склеенные, водопрочные комочки почвы, обогащенные микроорганизмами, органическим веществом, азотом, кальцием и другими элементами. Таким образом, дождевые черви не только улучшают физические свойства почвы, — порозность, аэрацию, водопроницаемость, но в известной степени и ее химический состав.

Значительную работу в этом отношении производят и другие животные. Кроты, мыши, хомяки, суслики и другие, проделывая в почве различные ходы — кротовины — и смешивая органические вещества с минеральными, заметным образом повышают водо- и воздухопроницаемость почвы, что, несомненно, усиливает и ускоряет процессы разложения растительных остатков, и создают своеобразный бугорковый микрорельеф, весьма характерный для степных районов.

Таким образом, роющие и копающие животные постоянно рыхлят, перемешивают и перемещают почву, что, несомненно, самым заметным образом отражается на интенсификации процессов разложения органических остатков, а также на выветривании ее минеральной части.

Представление об участии животных в разложении органических веществ станет еще более полным, если принять во внимание, что растительность служит пищей для различных травоядных и что, прежде чем попасть в почву, значительная часть органических остатков подвергается существенной переработке в пищеварительных органах животных.

Зеленые растения и их роль в почвообразовании. Основная роль в образовании почвы принадлежит зеленым растениям, которые, используя солнечную энергию, синтезируют органическое вещество путем усвоения углекислоты воздуха, воды, соединений азота и зольных элементов почвы. Поступающие в почву остатки отмерших растений становятся пищей микроорганизмов, которые в процессе жизнедеятельности синтезируют почвенный перегной и образуют минеральные и органо-минеральные соединения, служащие в свою очередь источником пищи для новых поколений зеленых растений.

С растительностью теснейшим образом связано расчленение почвенного профиля на горизонты.

Благодаря способности выделять корнями углекислоту и ряд органических кислот растения усиливают процесс выветривания трудно растворимых минералов и тем самым способствуют образованию в почвенной толще легкоподвижных соединений.

Велико значение растительного покрова и как фактора, способного изменять климатические условия на самых незначительных пространствах и в сильной степени препятствовать развитию процессов эрозии, т. е. смыва и выдувания почв.

Таким образом, в результате жизнедеятельности зеленой растительности на материках земного шара развиваются почвы, заключающие в себе перегной, или гумус, минеральные и органико-минеральные соединения.

Зеленые растения подразделяются на древесные и травянистые.

Древесные растения — многолетние, продолжительность их жизни нередко измеряется десятками лет, а иногда и многими столетиями.

Характерной особенностью древесных растений является то, что у них ежегодно отмирает только часть органической массы, образовавшейся за лето. Другая же часть, нередко более значительная, остается в живом растении, являясь материалом для роста стебля, ветвей и корней. Отмершие остатки в виде листьев, хвой и веток откладываются преимущественно на поверхности почвы, образуя слой лесной подстилки. В почвенной же толще деревья оставляют сравнительно незначительную часть мертвого органического вещества, поскольку их корневая система является многолетней.

Травянистая растительность обладает большой сетью тонких, густо пронизывающих почву корней, после отмирания которых почвенная масса обогащается значительным количеством органического вещества. У однолетних травянистых растений все вегетативные органы обычно существуют только один год, растения ежегодно целиком отмирают, за исключением лишь созревших семян.

Отмирающие растения откладывают мертвое органическое вещество как на поверхности почвы, так и в ее массе на различной глубине. Благодаря этому процессы разложения протекают непосредственно в почвенной толще, и почва ежегодно обогащается перегноем и элементами зольной и азотной пищи.

Своеобразную роль в почвообразовании играют мхи, широко встречающиеся под пологом леса, на болотах. Мхи лишены корневой системы и усваивают питательные вещества всей поверхностью органов, прикрепляясь к субстрату волосковидными образованиями, или ризоидами.

Мхи отличаются огромной влагоемкостью. Там, где они поселяются, создается анаэробный процесс, замедляются процессы разложения органических остатков и начинаются заболачивание и накопление торфа.

Рассмотренные особенности, присущие той или иной группе зеленых растений, непосредственно сказываются на почвообразовательном процессе, а следовательно, на характере и качестве образующихся почв.

Но как бы ни отличались по тем или иным особенностям отдельные группы зеленых растений, основное значение их в почвообразовании всегда сводится к синтезу органического веще-

ства из минеральных соединений. Органическое же вещество, играющее в плодородии почвы большую роль, может быть создано только зелеными растениями.

Разложение органических остатков различных растительных формаций осуществляется разными микроорганизмами. В одном случае этот процесс вызывается жизнедеятельностью главным образом грибов, в другом — бактерий.

Так, древесные остатки в лесу разлагаются преимущественно при господствующем участии плесневых грибов. Бактерии здесь развиваются несколько слабее вследствие того, что древесная масса содержит в себе дубильные вещества и имеет кислую реакцию. Бактерии обычно включаются в процесс разложения древесных остатков после того, как грибы разрушат дубильные вещества, которые задерживают развитие многих групп бактерий. Для грибного разложения в лесу условия благоприятны, так как упругие древесные остатки лежат на поверхности почвы рыхло и приток воздуха к ним не ограничен.

Существенной особенностью грибного разложения древесных растительных остатков является то, что здесь образуется значительное количество фульвокислот, которые играют большую роль в развитии дерново-подзолистых почв.

Органические остатки луговой травянистой растительности при недостаточной аэрации разлагаются главным образом анаэробными бактериями. Лишь в верхних частях почвы, куда проникает кислород, происходят аэробные процессы разложения.

Анаэробное разложение протекает очень медленно. Этим объясняется тот факт, что на лугах под травяной растительностью очень часто образуется довольно мощная, сплетенная корнями, слабо разложившаяся дернина.

Точно так же под действием анаэробных микроорганизмов постепенно образуются значительные скопления торфа в болотах и на заболоченных почвах, широко распространенных в северной и центральной частях нашей страны.

В отличие от лугов и заболоченных участков все отмершие остатки степных растений разлагаются большей частью аэробными бактериями.

Объясняется это, во-первых, тем, что степная растительность отмирает летом, когда почва наиболее иссушена и хорошо аэрирована; во-вторых, отмирающая летом травяная растительность в степи не образует сплошного плотного войлока, а лежит обычно рыхлым слоем, что также не может служить препятствием для проникновения кислорода в почву.

Процесс аэробного разложения всяких органических веществ протекает весьма быстро и полно; этим и объясняется то положение, что от растений степной формации, особенно в условиях сухой степи, после их отмирания в почве обычно не остается больших отложений перегноя.

ГЛАВА III

ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА ПЕРЕГНОЯ

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ УЧЕНИЯ О ПЕРЕГНОЕ

Отмирая, все растительные и животные организмы неизбежно подвергаются процессу разложения, конечной стадией которого является полная минерализация.

Органические остатки не сразу минерализуются; разлагаясь, они претерпевают ряд длительных и притом весьма сложных превращений. Вот почему во всякой почве в каждый определенный момент можно обнаружить органические соединения на самых различных стадиях разложения.

Одновременно и наряду с минерализацией органических веществ в почве идет процесс образования гумуса, или перегноя, который представляет собой сложный комплекс относительно устойчивых, обычно темноокрашенных органических соединений, образовавшихся в результате биологических и биохимических превращений остатков отмерших растительных и животных организмов.

Отличаясь от других продуктов разрушения и превращения органических веществ значительной устойчивостью против разложения и дальнейших изменений, перегной способен накапливаться в почве.

Являясь наиболее важной и наиболее сложной составной частью почвы, в значительной степени определяющей ее плодородие, перегной давно привлек к себе внимание многих исследователей различных стран и изучается ими на протяжении почти 200 лет.

Однако, несмотря на то, что изучению органических веществ почвы посвящено много научных трудов, вопрос о природе почвенного перегноя, его образовании и свойствах до последнего времени окончательно не разрешен. Главная трудность, стоящая на пути изучения перегноя, заключается не только в чрезвычайной сложности его состава, но и в трудности выделения перегноя в чистом виде из почвы, минеральная часть которой теснейшим образом связана с органическим веществом.

Изучение происхождения и состава перегноя началось в XVIII в. Еще в 1763 г. М. В. Ломоносов в работе «О слоях земных» указал: «А как известно, что лист на земли согнивает и в навоз перетлевают, то не дивно, что чрез них пески, глины и другие подошвы черною землею покрываются...».

Глубоко правильные суждения великого русского ученого М. В. Ломоносова о почвенном перегное не были развиты другими исследователями и надолго остались забытыми.

В дальнейшем в изучении перегноя обособились два направления — химическое и биологическое.

Химическое направление возникло и развилось в основном в Западной Европе. Главными представителями этого направления были Ф. Ахард (1786), Т. Соссюр (1804), К. Шпренгель (1826), Л. Берцелиус (1839), П. Герман (1836) и др. Они рассматривали гумусообразование как ряд чисто химических реакций; что же касается микроорганизмов, то им отводилась активная роль лишь в процессах разложения органических остатков.

В 20—30-х годах текущего столетия С. Ваксман (США), развивая химическое направление, разработал теорию, согласно которой почвенный перегной состоит из основного и сложного комплекса — ядра, включающего в себя фракции главным образом лигнина и протеина, находящихся между собой в тесном химическом соединении. Это лигнинно-протеиновое ядро сопровождается рядом других веществ, которые или образовались в результате разложения растительных и животных остатков, или были синтезированы микроорганизмами. Однако дальнейшие исследования показали несостоятельность химического направления в познании природы почвенного перегноя.

Достаточно сказать, что лигнин больше всего содержится в древесных породах (20—40%), между тем меньше всего гумуса обнаруживается в лесных почвах.

Биологическое направление в изучении перегноя возникло в России и получило широкое развитие в СССР. Наиболее выдающимся его представителем был П. А. Костычев.

П. А. Костычев первый установил, что образование перегноя представляет собой биологический процесс, осуществляемый бактериями и грибами, и что разложение органических веществ сопровождается противоположным процессом — синтезом сложных органических соединений.

В результате длительных исследований он пришел к убеждению, что перегной почвы в значительной части состоит из белковых продуктов, синтезированных теми микроорганизмами, которые участвуют в разложении растительных остатков. В многочисленных опытах по разложению растительных остатков П. А. Костычев показал, что при всем разнообразии их химического состава среднее содержание азота в образующемся пере-

гное почвы равнялось 5,25%, что соответствовало количеству азота (5,48%) в телах плесневых грибов, участвующих в разложении. По его мнению, при гниении растительных веществ одни части смеси распадаются на простые соединения и в то же время рядом возникают новые, более сложные стойкие вещества, т. е., другими словами, при гниении в различных частях гниющей массы могут происходить прямо противоположные процессы.

Развивая идеи П. А. Костычева дальше, В. Р. Вильямс выдвинул гипотезу, что главная масса почвенного перегноя представляет собой не промежуточный продукт разложения органических остатков, а продукт жизнедеятельности — синтеза гумифицирующих бактерий и грибов.

Он полагал, что перегнойные вещества не могут соответствовать промежуточным продуктам распада растительных остатков, так как последние не способны накапливаться в почве, чего нельзя сказать о перегное, который длительное время существует в самых разнообразных почвах. Кроме того, продукты распада должны быть по своему составу проще, чем растительные остатки, тогда как перегной по молекулярному весу и составу сложнее, чем распадающиеся тела. Он может содержать элементы, которых не было в исходном веществе. Так, при распаде не содержащей азота клетчатки получают перегнойные вещества с высоким содержанием азота, что указывает на наличие синтеза белковых веществ в процессе разложения углеводов.

Биологическое направление в изучении почвенного перегноя получило развитие в трудах С. П. Кравкова, С. С. Драгунова, И. В. Тюрина, М. М. Кононовой, Л. Н. Александровой, В. В. Пономаревой, Л. А. Христовой, Н. А. Красильникова, Е. Н. Мишустина и др.

Наиболее обширные исследования органического вещества почв выполнены И. В. Тюриным и М. М. Кононовой.

ИСТОЧНИКИ ПЕРЕГНОЯ В ПОЧВЕ

Перегной постоянно образуется в почве из остатков отмерших наземных и почвенных организмов.

Основным источником накопления в почвах перегноя являются зеленые растения, оставляющие ежегодно в почвенной толще и на ее поверхности большое количество органического вещества.

Количество поступающей в почву органической массы зависит от характера растительности. Так, например, в еловом лесу средний годовой надземный растительный опад составляет около 4—7 т на 1 га, в сосняке лещиновом (по наблюдениям М. И. Сахарова) — 6,9, в дубняке — 6,0, ельнике чернично-кисличном — 4,9, осиннике липняковом — 4,8, сосняке-брусничнике 3,2 т.

Корневая система трав на лугу при количестве надземной воздушно-сухой массы в 2—6 т составляет около 7—11 т на 1 га; в луговой степи, на черноземах, надземная масса трав достигает 5—7 т, а корневая система — 20—25 т на 1 га; в степи, на солонцеватой каштановой почве, надземная масса трав составляет около 4—5 т, а корневая система — 10—12 т на 1 га.

Некоторым источником образования перегноя в почве служат также отмирающие микроорганизмы, мхи, лишайники и всевозможные роющие и копающие животные, густо населяющие почву.

Важнейшими органическими соединениями, поступающими в почву с растительными остатками, являются углеводы, лигнин, азотистые вещества, жиры и воск, смолы, дубильные вещества и вещества покровных тканей.

Количественное соотношение этих соединений в почве весьма различно и всецело зависит от характера населяющих почву организмов (табл. 6).

Таблица 6

Химический состав высших и низших организмов (в процентах к сухому веществу)
(по данным Л. Н. Александровой)

Организмы	Зола	Белковые вещества	Углеводы		Лигнин	Липиды, дубильные вещества
			целлюлоза	гемипеллюлоза, прочие углеводы		
Бактерии	2—10	40—70	Нет	Есть	0	1—40
Водоросли	20—30	10—15	5—10	50—60	0	1—3
Лишайники (кустистые и пластинчатые)	2—6	3—5	5—10	60—80	8—10	1—3
Мхи	3—5	5—10	15—25	30—60	—	5—10
Папоротникообразные	6—7	4—5 ¹	20—30	20—30	20—30	2—10
Хвойные:						
древесина	0,1—1	0,5—1	45—50	15—25	25—30	2—12
хвоя	2—5	3—8	15—20	15—20	20—30	15—20
Лиственные:						
древесина	0,1—1	0,5—1	40—50	20—30	20—25	5—15
листья	3—8	4—10	15—25	10—20	20—30	5—15
Многолетние травы:						
злаки	5—10	5—12	25—40	25—35	15—20	2—10
бобовые	5—10	10—20	25—30	15—25	15—20	2—10

Подавляющая часть растительных остатков состоит главным образом из целлюлозы, гемипеллюлозы, лигнина и дубильных веществ, при этом наиболее богаты ими древесные породы. Что же касается белка, то его больше всего содержится в бак-

¹ Осенью, весной до 25%.

териях и бобовых растениях, наименьшее количество белковых соединений обнаруживается в древесине.

По содержанию зольных веществ растительные остатки значительно различаются. Наиболее высокой зольностью обладают водоросли, злаковые и бобовые растения, а также папоротникообразные; меньше всего золы содержится в древесине хвойных и ряда лиственных пород.

Основную массу золы составляет кальций, магний, кремний, калий, натрий, фосфор, сера, железо, алюминий, марганец, хлор. В золе древесных растений в большинстве случаев на первом месте стоит кальций, в золе травянистых растений — калий. Содержание кремнезема (SiO_2) колеблется от 10 до 70%, а количество фосфора — от 2 до 10% от веса золы. В весьма малом количестве в золе органических веществ встречаются микроэлементы — бор, цинк, йод, фтор, молибден, кобальт, никель, медь и др.

ПРОЦЕССЫ ПРЕВРАЩЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ В ПЕРЕГНОЙ

Превращение органических остатков в перегной — сложный биологический процесс, в котором главная и решающая роль принадлежит микроорганизмам. При этом все исходные вещества растительного и животного происхождения претерпевают глубокие изменения.

Превращение органических веществ в почве складывается из двух процессов. С одной стороны, происходит распад органических веществ до более простых соединений и частично до продуктов полной минерализации (CO_2 , NO_2 , NO_3 , NH_3 , CH_4 , H_2O и ряда других); с другой стороны, одновременно с распадом происходит синтез высокомолекулярных, специфической природы перегнойных веществ, т. е. процесс гумусообразования.

Эти процессы осуществляются при участии окислительных ферментов, выделяемых микроорганизмами, и носят биокаталитический характер. Ферменты в почве находятся в активном состоянии. При этом чем богаче почва органическим веществом, чем интенсивнее развиваются в ней микробы, тем выше ферментативная активность. Под влиянием ферментов происходят реакции гидролитического расщепления углеводов, жиров и белков с образованием растворимых соединений, частично поступающих затем путем осмоса в клетки микроорганизмов. В клетках микроорганизмов эти вещества подвергаются дальнейшему расщеплению и окислению, которые также вызываются специфическими внутриклеточными ферментами.

«Исходя из биологической теории гумусообразования, перегной нужно рассматривать как продукт биохимических превращений органических остатков в почве, обусловленных жизне-

деятельностью микроорганизмов. Он представляет сложную систему органических высокомолекулярных веществ в почве, главная масса которых представлена особой группой новообразований синтетической природы — перегнойными веществами. Характерной особенностью этой системы является медленное непрерывное обновление всех составных частей ее при относительной стабильности по сравнению с исходными органическими остатками» (Л. Н. Александрова).

Отмершие клетки микроорганизмов, населяющих почву, в свою очередь также подвергаются разложению и используются в качестве питательного материала новыми поколениями микроорганизмов.

Интенсивность и характер разложения и превращения органических остатков в почве зависят как от состава разлагающихся веществ, так и от внешних условий среды.

Наиболее быстро разлагаются легко усваиваемые органические соединения — сахара, органические кислоты, спирты, затем белки, аминокислоты, жиры, пектины, гемицеллюлоза и, наконец, клетчатка и лигнин. Весьма медленно разлагаются микробами воск, смолы и многие другие стабильные вещества.

В значительной степени разложение органических веществ зависит от степени влажности, доступа воздуха и температуры.

Наиболее энергично протекают процессы превращения органических остатков в почве в условиях свободного доступа воздуха и при наличии достаточного количества влаги и тепла. При резком недостатке влаги и тепла, а также при плохой аэрации процессы разложения органических веществ замедляются и перегной в почве образуется мало. На огромной территории нашей страны природные условия, непосредственно влияющие на процесс образования и накопления перегноя, весьма разнообразны, поэтому и содержание органического вещества в различных почвах неодинаково:

	Органическое вещество в метровой толще (т/га) ¹
Типичные сероземы	80
Светло-каштановые почвы	120
Темно-каштановые почвы	250
Предкавказские черноземы	390
Обыкновенные »	450
Мощные (тучные) »	760
Выщелоченные »	555
Серые лесные »	475
Оподзоленные почвы	230
Подзолистые лесные (включая подстилку) почвы	110
Красноземы влажных субтропиков	300
Перегнойно-карбонатные почвы лесных областей (рендзины)	150
Торфяники	750

¹ По данным И. В. Тюрина.

Максимальное количество перегноя содержат мощные (тучные) черноземы. К северу от черноземной зоны в направлении к подзолистым почвам и к югу от этой зоны в направлении к почвам сухих степей и полупустынь содержание гумуса в почвах постепенно убывает.

СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВЕННОГО ПЕРЕГНОЯ

В зависимости от характера растительности, типа почв и климатических условий почвенный перегной обладает различным химическим составом и свойствами.

В отношении состава почвенного перегноя выполнено огромное количество исследований, тем не менее этот вопрос до настоящего времени не получил полного разрешения.

В. Р. Вильямс полагал, что в состав перегноя входят в основном 3 категории соединений, названных перегнойными кислотами, поскольку они имеют кислую реакцию и дают соединения с металлами. Кислоты эти следующие: ульминовая, гуминовая и креновая.

Образование этих перегнойных кислот в природе всегда приурочено к трем типам разложения органического вещества.

Ульминовая кислота образуется в процессе бактериального анаэробного разложения травянистых растительных остатков. Она имеет темно-бурый цвет и растворима в воде. При высыхании, замерзании и от времени легко переходит в нерастворимую модификацию, которая носит название ульмина. Соли ульминовой кислоты и щелочных металлов — K, Na, а также соли с NH_4 растворимы в воде. Соли же этой кислоты и щелочно-земельных металлов — Ca и Mg, а также полуторных окислов Fe и Al — не растворимы в воде.

Ульмин и соли ульминовой кислоты разрушаются как аэробными бактериями, так и грибами.

Гуминовая кислота выделяется в процессе бактериального аэробного разложения травянистых остатков, имеет черный цвет и растворима в воде, но значительно слабее, чем ульминовая кислота.

Гуминовая кислота при высушивании и замерзании переходит в гумин — клейкое коллоидальное вещество, не растворимое в воде.

Соли гуминовой кислоты с K, Na и NH_4 растворимы в воде; соли же Ca, Mg, Fe и Al в воде не растворимы.

Гумин и соли гуминовой кислоты разрушаются аэробными бактериями и грибами. Ульминовая и гуминовая кислоты, превращаясь от замерзания и высушивания в ульмин и гумин, а также переходя в нерастворимые соединения с разными металлами, кроме щелочных, накапливаются в почве и придают ей бурый и черный цвет. Чем богаче та или иная почва гуми-

новыми соединениями, тем более черную окраску она приобретает.

Креновая кислота образуется в процессе аэробного грибного разложения деревянистых растительных остатков. Она обладает сильноокислой реакцией, бесцветна и легко растворима в воде.

Креновая кислота не денатурируется ни при каких условиях, т. е. не переходит без изменения состава в не растворимое в воде состояние. Все соли креновой кислоты легко растворимы в воде, что имеет большое значение в развитии дерново-подзолистых почв, формирующихся при участии креновой кислоты.

При восстановлении креновой кислоты анаэробными бактериями образуется апокреновая, или осадочноключевая, кислота; она несколько менее растворима в воде, чем креновая.

Согласно новейшим исследованиям И. В. Тюрина, М. М. Кононовой, Л. Н. Александровой, С. С. Драгунова, В. В. Пономаревой и других, в настоящее время в составе почвенного перегноя различают 3 группы соединений: 1) гуминовые кислоты (включающие и ульминовые кислоты), 2) креновые кислоты (включающие и апокреновые кислоты), или фульвокислоты, и 3) почвенные гумины (негидролизуемый остаток) — при сравнительно небольшом содержании воско-смол, или битумов, и других сопутствующих веществ, близких по своей природе к веществам растительного и микробного происхождения.

Эти основные компоненты почвенного перегноя не являются, однако, индивидуальными соединениями постоянного химического состава, а представляют собой компоненты многих высокомолекулярных азотсодержащих кислот циклического строения, элементарный состав которых заметно варьирует в зависимости от типа почв.

Наибольшее значение в почвообразовании имеют гуминовые кислоты и фульвокислоты, составляющие в сумме около 60—70% от гумуса.

По Л. Н. Александровой, «гуминовые кислоты являются группой высокомолекулярных азотсодержащих кислот циклического строения. В зависимости от типа почвы и способа выделения гуминовых кислот элементарный состав последних колеблется в следующих пределах: С — от 52 до 62%, Н — от 2,8 до 5,8%, О — от 31,4 до 39,0%, N — от 2,6 до 5,1%. Колебания элементарного состава — характерная особенность группы гуминовых кислот, свидетельствующая о высокомолекулярной природе их и являющаяся следствием непрерывности процессов их синтеза в почве.

Все гуминовые кислоты перегноя являются азотсодержащими соединениями. Азот нужно рассматривать как конституционный элемент, и при вычислении любых эмпирических формул он должен включаться в состав молекул,

Изучение химических реакций гуминовых кислот дало возможность установить присутствие в них органических функциональных групп — карбоксильной ($-\text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{smallmatrix}$), гидроксильной ($-\text{O}-\text{H}$) и метоксильной ($\text{CH}_3-\text{O}-$).

Наличие карбоксильной и гидроксильной групп в гуминовых кислотах имеет большое значение в почвообразовании: они обуславливают величину поглотительной способности почв по отношению к катионам, а также процессы взаимодействия гуминовых кислот с другими компонентами перегной, минеральными веществами и вносимыми удобрениями.

Следует отметить, что «гуминовые кислоты образуют в почве сложную систему соединений различной степени уплотненности и конденсации, тесно связанную с другими компонентами перегной и минеральными веществами. Эта система непрерывно обновляется в почве благодаря жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в синтезе и минерализации гуминовых кислот. Непрерывность процессов синтеза и разрушения, протекающих в различных условиях почвообразования, предопределяет несколько различный состав и свойства отдельных фракций гуминовых кислот как в каждой почве, так и при сопоставлении препаратов из различных почв» (Л. Н. Александрова).

По И. В. Тюрину, группа гуминовых кислот может быть разделена на 3 фракции, не считая гуминовых кислот, входящих в состав группы почвенных гуминов.

Фракция 1 — гуминовые кислоты, растворимые непосредственно в разведенных щелочах, т. е. без предварительного удаления обменного кальция. Эта фракция представлена большей частью бурыми гуминовыми, т. е. ульминовыми, кислотами (точнее — их полимерными комплексами с фульвокислотами), находящимися как в свободном состоянии, так и в виде гуматов Al , Fe , Ca и Mg , растворимых в 0,1 н. NaOH .

Фракция 2 — гуминовые кислоты, растворимые в разведенных щелочах только после удаления из почвы обменного кальция. Эта фракция представлена черными гуминовыми кислотами или собственно гуминовыми кислотами (их полимерными комплексами с участием фульвокислот), находящимися в форме гуматов Ca , растворимых в 0,1 н. NaOH .

Фракция 3 — гуминовые кислоты, растворимые в разведенных щелочах при попеременной обработке почвы кислотой (0,5—1,0 н. H_2SO_4 на холоду и при нагревании) и щелочью. Сюда относятся гуминовые и ульминовые кислоты полимерных комплексов с фульвокислотами, связанные с относительно устойчивыми гидратами полутораокисей.

Таким образом, гуминовые кислоты не являются химически индивидуальными веществами, а представляют систему веществ,

имеющих общие черты строения, но не вполне идентичных между собой.

Соотношение указанных фракций в гуминовых кислотах в разных почвах значительно варьирует, но в большинстве случаев преобладающее место занимают фракции 1 и 2 (табл. 7).

Таблица 7

Фракционный состав гуминовых кислот (в процентах к общему гумусу по углероду)
(примерные данные по И. В. Тюрину)

Почвы	Сумма	Фракции			Почвы	Сумма	Фракции		
		1	2	3			1	2	3
Подзолистые	20	17	0	3	Обыкновенный чернозем	35	2	20	13
Дерново-карбонатные слабоподзолистые	22	7	9	6	Каштановые	37	4	27	6
Дерново-выщелоченные	25	6	10	9	Темные сероземы	26	5	12	9
Оподзоленные лесостепные	31	15	9	7	Коричневые типичные	18	0	13	5
Дегradированные и выщелоченные черноземы	44	12	25	7	Коричневые выщелоченные	18	7	5	6
Лугово-черноземные солонцеватые	42	20	14	8	Бурые лесные	26	19	1	6
Лугово-черноземные осолоделые	40	9	23	8	Горно-тундровые	24	17	3	4
					Горно-подзолистые А	22	16	2	4
					Горно-подзолистые В	12	10	1	1

Фракция 1 (бурых гуминовых кислот), преобладает в почвах лесных областей, в оподзоленных почвах лесостепи, в бурых лесных почвах, а также в горно-подзолистых, горно-луговых и горно-тундровых почвах. В почвах черноземного типа (за исключением солонцеватых), в каштановых почвах и сероземах преобладают гуминовые кислоты, входящие в состав второй фракции.

Из приведенных в табл. 8 данных видно, что химический состав гуминовых кислот в различных почвах неодинаков, причем обнаруживаются возрастание процента углерода и уменьшение процента водорода и кислорода в ряде почв от подзолистых к черноземам и далее к каштановым. Вместе с тем водород уменьшается сильнее, чем кислород, в связи с чем соотношение О к Н становится шире. Это указывает на большее количество гидроксильных групп и на меньшую окисленность гуминовых кислот из подзолистых почв по сравнению с кислотами из чернозема, где процессы дегидратации и окисления идут значительно дальше. В результате гуминовые кислоты по мере перехода от

подзолистых почв к черноземам становятся более сложными по природе (М. М. Кононова).

Почвенные гуминовые кислоты содержат азот, количество которого примерно равно 3,5—5%; заключенный в гуминовых кислотах азот имеет микробиологическое и растительное происхождение.

По сравнению со средним элементарным составом растительных остатков группа гуминовых кислот отличается более высоким процентным содержанием углерода, азота и меньшим содержанием воды при несколько более высокой степени окисленности. Очевидно, образование в почве гуминовых кислот из растительных остатков характеризуется процессами дегидратации (обуглероживания) и частичным окислением при одновременном значительном обогащении азотом (И. В. Тюрин).

Гуминовые вещества заключают в себе некоторое количество Р, S, Fe, K, Ca и других элементов зольного питания растений.

Таблица 8

Элементарный состав гуминовых кислот из различных почв

Почвы	C	H	N	O	O : H	Автор
Подзолистые	52,39	4,82	3,74	39,05	8,1	Тищенко и Рыдалевская (1938)
Рендзина	54,90	4,36	4,07	36,67	8,4	
Деградированный чернозем . .	56,34	3,54	3,53	36,65	10,3	
Мощный чернозем	57,47	3,38	3,78	35,37	10,4	
Обыкновенный чернозем	58,37	3,26	3,70	34,67	10,6	
Каштановые	58,56	3,40	4,09	33,95	10,0	Наткина (1940) Кононова (1943)
Подзолистые	56,67	4,79	5,14	33,40	7,0	
Обыкновенный чернозем	62,55	2,78	3,32	31,35	11,3	
Столбчатый солонец	59,21	3,83	4,28	32,68	8,5	

Являясь высокомолекулярными соединениями, гуминовые кислоты имеют средний молекулярный вес, равный 1400.

При взаимодействии с катионами щелочных и щелочно-земельных металлов гуминовые кислоты образуют соли, называемые гуматами. Образование гуматов происходит в результате обменно-химической реакции между катионами металла и ионами водорода карбоксильных и гидроксильных функциональных групп гуминовых кислот. При этом гуматы щелочных металлов — Na и K, а также гуматы NH_4 хорошо растворимы в воде и легко вымываются из почвы под влиянием атмосферных осадков; что же касается гуматов щелочно-земельных металлов, главным образом Ca, то они не растворимы в воде, образуют водопропрочные гели и хорошо закрепляются в почве.

Фульвокислоты почвенного перегноя представляют собой высокомолекулярные оксикарбоновые (и содержащие азот).

кислоты синтетической природы, отличающиеся от группы гуминовых кислот значительно более низким содержанием углерода, легкой растворимостью в воде, спирте и щелочи и более значительной способностью к кислому гидролизу. При низких концентрациях эти вещества имеют слабо-желтый цвет, в концентрированных растворах — оранжево-желтый, из-за чего они и получили название «фульвокислоты» (*fulvus* — желтый).

Вместе с тем термин «фульвокислота» не равнозначен терминам «кеновые» и «апокреновые» кислоты; он может применяться условно как групповое понятие, объединяющее разнообразные вещества кислого раствора после осаждения гуминовых кислот в щелочной вытяжке (М. М. Кононова).

Состав и свойства фульвокислот изучены слабо. По данным И. В. Тюрина, В. В. Пономаревой и Л. Н. Александровой, химический состав фульвокислот отличается от гуминовых кислот более высоким содержанием карбоксильных и гидроксильных групп, способных к обменным реакциям, активность которых зависит от реакции среды. Фульвокислоты находятся в почве в свободном состоянии и в виде комплексов с гуминовыми кислотами, поэтому степень их активности предопределяется не только абсолютным содержанием, но и относительным количеством той части, которая не связана с гуминовыми кислотами.

Чем меньше в почве гуминовых кислот, тем сильнее разрушительное действие фульвокислот.

Группа фульвокислот может быть подразделена на 4 фракции.

Фракция 1а — фульвокислоты, растворимые при непосредственной обработке почвы разведенными минеральными кислотами (0,1—0,5 н.) на холоду. Сюда относится часть свободных фульвокислот (обычно в незначительном количестве), а главным образом — фульвокислоты, находящиеся в соединениях (комплексах или солях) с подвижными гидратами полуторааксидов, преимущественно алюминия.

Фракция 1 — фульвокислоты, растворимые при непосредственной обработке разведенными щелочами (за вычетом предыдущей фракции). Это — фульвокислоты, входящие в состав полимерных комплексов с первой фракцией бурых гуминовых кислот, комплексов, легко гидролизующихся щелочами при непосредственной обработке.

Фракция 2 — фульвокислоты, извлекаемые разведенными щелочами вместе с гуминовыми кислотами фракции 2. Следовательно, это фульвокислоты, входящие в состав полимерных комплексов с черными гуминовыми кислотами, находящимися в форме гуматов кальция, не разлагаемых разведенными щелочами.

Фракция 3 — фульвокислоты полимерных комплексов с гуминовыми и ульминовыми кислотами, связанных с относи-

тельно устойчивыми гидратами полутораокисей; извлекаются щелочами вместе с фракцией 3 гуминовых кислот (табл. 9).

Таблица 9

Фракционный состав фульвокислот (в процентах к гумусу по углероду)
(примерные данные по И. В. Тюрину)

Почвы	Сумма	Фракции			
		1a	1	2	3
Подзолистые (A ₁)	35	11	15	0	9
Слабоподзолистые (A ₁)	28	5	10	6	7
Выщелоченные рендзины (A)	22	5	6	6	5
Оподзоленные лесостепные	25	1	11	5	8
Деградированные и выщелоченные черно- земы	20	1	5	8	6
Лугово-черноземные осолоделые	17	0	2	10	5
Лугово-черноземные солонцеватые	28	0	5	18	5
Обыкновенный чернозем	22	0	4	12	6
Каштановые	16	0	3	5	8
Сероземы темные	16	0	3	5	8
Коричневые типичные	24	1	10	6	7
Коричневые выщелоченные	26	0	7	12	7
Бурые лесные	17	5	8	0	4
Горно-тундровые гумусо-иллювиальные:					
A ₁	19	5	8	0	6
B	60	45	12	0	3
Горно-подзолистые субальпийские: A ₁ . . .	21	2	15	0	4
B	46	26	12	4	4

Наиболее значительные различия наблюдаются в отношении фракции 1a, а также фракций 1 и 2. Фракция, растворимая непосредственно в кислотах и представленная фульвокислотами, связанными с подвижными гидроокисями Al⁺⁺⁺ и отчасти Fe⁺⁺⁺, весьма характерна и является преобладающей в гумусо-иллювиальных горизонтах подзолистых, субальпийских и горно-тундровых почв, а также в перегнойных горизонтах бурых лесных и некоторых дерново-подзолистых почв. В почвах черноземного типа, каштановых, сероземах и коричневых почвах эта фракция фульвокислот отсутствует.

Группа фульвокислот отличается от гуминовых кислот низким содержанием углерода, значительно более высоким содержанием элементов воды и более высокой степенью окисленности. Элементарный химический состав их характеризуется следующими показателями: C — 44—50%, O — 42—48%, H — 4,6—6%, N — 2,5—5,5%.

Эквивалентный вес фульвокислот при определении его по их кальциевым солям равен 160. Образование фульвокислот в

почвах может происходить в условиях, благоприятных для гидролитического и окислительного разложения органических остатков, т. е. при наличии достаточного увлажнения (особенно сквозного) и аэрации. Накопление фульвокислот в почвах происходит в результате связывания их с гидратами полутораокисей, главным образом с гидроокисью алюминия, или же в форме сложных полимерных комплексов с гуминовыми кислотами, если для образования последних имеются необходимые условия (И. В. Тюрин).

Фульвокислоты обладают резкокислой реакцией и хорошей растворимостью в воде, поэтому они энергично разрушают минеральную часть почвы, играя существенную роль в развитии подзолообразовательных процессов.

При взаимодействии с катионами щелочных и щелочно-земельных металлов фульвокислоты образуют соли, растворимые в воде при любой реакции раствора и способные вымываться нисходящими токами воды из верхней части почвы вниз.

Гумины являются наименее доступной для выделения и исследования группой гумусовых веществ; гуминовые вещества представляют собой комплексы, состоящие в основном (на 60—70%) из не растворимых в щелочах гуминовых кислот. Согласно исследованиям И. В. Тюрина и Е. Л. Гуткиной, гумины, по-видимому, являются не особой группой гумусовых веществ, а гуминовыми кислотами, находящимися в прочной связи с минеральной частью почвы, особенно с частицами глинистых минералов. Поэтому гумины представляют собой самую инертную часть почвенного перегноя.

Кроме этих соединений, в состав почвенного перегноя могут входить битумы, представляющие собой совокупность жиров, высокомолекулярных жирных кислот, восков и смол. Содержание битумов в гумусе незначительное и обычно не превышает 2—4% от общего веса перегноя и только в заболоченных почвах повышается до 10—20%.

Таким образом, перегной, или гумус, представляет собой весьма сложный комплекс высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений кислотной природы, все составные части которых находятся в тесном взаимодействии одна с другой и с минеральной частью почвы. Главная масса перегнойных веществ находится в коллоидальном состоянии (Л. Н. Александрова).

Качественный состав перегноя в различных почвах неодинаков и в значительной степени зависит от типа почвы, характера растительности и климата (табл. 10).

Из приведенных данных видно, что по мере перехода от подзолистых почв к черноземам происходит увеличение общего содержания почвенного перегноя и вместе с тем постепенное увеличение в его составе гуминовых кислот; содержание же

фульвокислот несколько уменьшается, вследствие чего отношение между этими двумя группами гумусовых веществ становится шире. Очевидно, условия, необходимые для образования и накопления гуминовых кислот, являются одновременно благоприятными и для накопления общего перегноя.

Такого рода природные условия наиболее резко выражены в черноземной зоне. К северу и югу от черноземной полосы содержание гуминовых кислот уменьшается, а количество фульвокислот возрастает.

Таблица 10

Состав перегноя (в процентах от общего содержания) в слое 0—20 см основных типов и подтипов почв СССР
(по данным И. В. Тюрина)

Почвы	Средний процент перегноя	Гуминовые кислоты	Фульвокислоты	Нерастворимый остаток	Отношение гуминовых кислот		Воско-смолы
					к фульвокислотам	к остатку	
Дерново-подзолистые	3,0—4,0	15—25	47	28	0,4	0,7	5
Серые лесные . . .	4,0—6,0	25	50	22	0,5	1,1	3
Черноземы:							
выщелоченные . .	7,0—8,0	35	42	20	0,8	1,7	3
мощные	10,0	40	39	19	1,0	2,0	2
обыкновенные . .	7,0—8,0	35	37	25	1,0	1,4	3
Темно-каштановые	3,0—4,0	34	35	26	1,0	1,3	5
Солонцы	3,0	23	45	28	0,5	0,8	4
Сероземы	1,0—2,0	21	41	32	0,5	0,7	6
Красноземы	4,0—6,0	15	50	33	0,3	0,5	2

В дерново-подзолистых и серых лесных почвах, а в особенности в красноземах, содержание гуминовых кислот понижено и в составе гумуса преобладает группа фульвокислот; поэтому отношение гуминовые кислоты — фульвокислоты в этих почвах всегда меньше единицы.

Химический состав перегноя непосредственно сказывается на качестве почв. Наиболее благоприятными свойствами обладают почвы в том случае, когда в составе перегноя гуминовые кислоты занимают значительное место и отношение гуминовых кислот к фульвокислотам приближается к единице.

Наряду с перегноем в почве всегда содержатся неразложившиеся и слабо разложившиеся растительные и животные остатки, тела живых и мертвых микроорганизмов, трудно разлагающиеся составные части растений, например лигнин, дубильные вещества, смолы, воск и вещества, образовавшиеся в результате химического взаимодействия между продуктами разло-

жения и синтеза органических веществ и минеральными соединениями почвы.

Отсюда становится очевидным, что перегной, или гумус, как определенная и наиболее характерная категория устойчивых органических соединений, составляет лишь часть органического вещества почвы. Однако главную и специфическую часть органических соединений почвы составляют гумусовые вещества, на долю которых в большинстве случаев приходится 80—90% всей органической массы почвы.

Вот почему в вопросе об органическом веществе в почвах основное значение имеет перегной как важнейшая составная часть почвы.

ЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕГНОЯ И ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЕГО КОЛИЧЕСТВА И СОСТАВА

Перегнойные вещества имеют большое значение в развитии почв и в их плодородии: в них накоплена в потенциальной форме энергия солнечных лучей. В перегное содержатся и сохраняются на продолжительный срок основные элементы питания растений: углерод, азот, фосфор, сера, калий, кальций, магний и др. (табл. 11).

Таблица 11

Запасы перегноя, углерода и азота (в *т/га*) в почвах СССР в слое 1 м
(по данным Н. И. Болотиной)

Почвы	Перегной	Углерод	Азот	Отношение C : N
Среднеподзолистые	94	54	6,1	8,7
Слабоподзолистые	104	60	7,2	8,1
Серые лесные	175	100	9,4	10,2
Темно-серые лесные	296	173	14,0	12,0
Черноземы: выщелоченные	549	318	26,5	12,2
мощные	709	411	35,8	12,2
обыкновенные	426	247	24,0	10,7
южные	312	181	—	—
предкавказские	391	201	17,0	8,3
Темно-каштановые	229	131	—	—
Каштановые и светло-каштановые	156	90	—	—
Сероземы: темные	128	74	11,8	6,3
типичные	83	48	7,5	5,7
светлые	67	39	6,4	5,4
Красноземы	282	163	10,5	16,4

В результате микробиологических процессов разложения из перегноя освобождается углерод в виде CO_2 , нитраты, фосфаты, сульфаты и в таком виде они становятся доступными для усвоения растениями. Перегнойные вещества являются, таким образом, важнейшим источником образования в почве минеральных питательных веществ, составляющих необходимое и основное

условие плодородия. Но значение и роль органических соединений почвы этим не исчерпываются.

Органические вещества, помимо того, улучшают ряд физических, химических и биологических свойств почвы, способствуя этим повышению ее плодородия.

Перегнойные вещества являются важнейшим фактором, обуславливающим образование агрономически ценной почвенной структуры. При разложении их выделяются различные кислоты, усиливающие химическое выветривание минеральной части почвы с образованием легкоподвижных соединений зольной пищи растений.

Наличие перегнойных веществ улучшает тепловые свойства почвы, благоприятствующие росту и развитию культурных растений. Так, придавая почве темную окраску, органическое вещество способствует лучшему поглощению почвой тепловой солнечной энергии. Будучи плохим проводником тепла, органическое вещество предохраняет почву от быстрой потери тепла в атмосферу. Наконец, подвергаясь разложению, само органическое вещество выделяет некоторое количество тепловой энергии, являясь таким образом одним из внутренних источников тепла в почве.

Отсюда становится понятным, что богатые перегноем почвы являются вместе с тем и более теплыми, весьма благоприятными для развития культурных растений и почвенных микроорганизмов. Наоборот, почвы, бедные перегноем, отличаются неблагоприятными тепловыми свойствами; они слабо поглощают тепло и плохо его удерживают. Такие почвы в практике получили название холодных почв.

Одна из главных составных частей перегноя — гуминовая кислота, как установлено новейшими исследованиями, оказывает стимулирующее действие на рост и развитие растений.

Согласно исследованиям Л. А. Христовой, истинные растворы гуминовых кислот оказывают непосредственное воздействие на высшие растения, при этом в концентрациях тысячных и десятитысячных долей процента они стимулируют жизнедеятельность растительного организма, в концентрациях же свыше сотых долей процента — тормозят. При коагуляции гуминовых кислот это свойство инактивируется.

Ионнодисперсные гуминовые кислоты в небольшом количестве поступают в растение, усиливают фенолазную окислительную систему и включаются в общий обмен веществ растительного организма. Физиологическая функция гуминовой кислоты сводится к улучшению кислородного питания. Следствием этого является усиление поступления минеральных веществ, активизация процессов синтеза, образование новых масс протоплазмы и лучшее корнеобразование. Активизация всей жизнедеятельности растения и усиление корневой системы в начале развития расте-

ния сказываются на дальнейшем ходе его развития и, в свою очередь, обуславливают лучшее использование факторов почвенного плодородия и повышение урожайности.

Органическое вещество в почве является питательным субстратом, а следовательно, и необходимым условием для интенсивной жизнедеятельности большинства почвенных микроорганизмов.

Поэтому чем больше в почве перегноя, тем богаче она микроорганизмами и тем энергичнее протекают в ней биологические и биохимические процессы, играющие огромную роль в накоплении питательных для растений соединений.

Вместе с тем перегнойные вещества являются той формой почвенных соединений, при помощи которой легко можно регулировать накопление, сохранение и потребление растениями питательных веществ.

Накопление органических веществ в почве в производственных условиях осуществляется различными путями: внесением органических удобрений в виде навоза, торфонавозных и других компостов, посевом таких растений, как люпин и сераделла, на зеленое удобрение и т. д.

Почвы, систематически удобряемые навозом и компостами, оказываются более гумусированными. Согласно многим наблюдениям, $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ вносимого в почву навоза превращается в перегной, а $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ навоза минерализуется целиком, участвуя в повышении почвенного плодородия как источник питательных веществ для растений и как энергетический материал для микроорганизмов. Чем чаще и чем в больших дозах вносится навоз и другие органические удобрения, тем быстрее повышается содержание перегноя в почве.

Регулирование сохранения и потребления питательных элементов в почве производится путем соответствующих изменений условий разложения органических веществ при вспашке, культивации, укатывании почвы, мелнорации и т. д.

Так, например, ставя органическое вещество в анаэробные условия разложения, мы тем самым будем способствовать замедлению его разложения; наоборот, создавая в почве аэробные условия, мы будем ускорять минерализацию органического вещества, усиливать снабжение растений зольной и азотной пищей.

Таким образом, значение органических соединений в почвообразовании огромно и многообразно, и от количества перегноя в значительной степени зависит производительная способность почв. Вот почему систематическое и в достаточном количестве обогащение почв органическим веществом является актуальнейшей задачей агротехники в деле создания высоких и устойчивых урожаев, в особенности в таких зонах, где содержание перегноя в почвах не превышает 1—3% от общего веса почвы.

ГЛАВА IV

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ И ЕГО МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

Всякая почва в своем развитии в результате непрерывно происходящих в ней весьма сложных и многообразных физико-химических и биологических процессов приобретает ряд внешних, или морфологических, признаков, которыми она заметным образом отличается от материнской породы, еще не затронутой почвообразовательными процессами.

Почвообразовательные процессы в зависимости от природных условий, в которых развивается почва, могут быть самой различной интенсивности и протекать в самых разнообразных направлениях.

Совершенно очевидно, что и внешние признаки почвы будут получать разнообразные оттенки и самую различную степень выраженности.

По этим внешним признакам можно судить о почве как в отношении ее происхождения, так и в отношении ее агрономической ценности.

Для ознакомления с почвой по ее морфологическим признакам на том или ином участке поля, которое подлежит исследованию, делают почвенный разрез, т. е. выкапывают яму, обычно глубиной 1—1,5 м, и по ее стенкам тщательно изучают профиль почвы.

Весьма существенным при полевом изучении почв является умение по морфологическим особенностям почвы судить о ее химических и биохимических свойствах, умение по наружным признакам определять агрономическую ценность, плодородие почвы.

Важнейшими морфологическими признаками, которые должны приниматься во внимание при полевом исследовании, являются следующие: строение почвы, мощность почвы и отдельных ее горизонтов, окраска почвы, сложение, структура, включения и новообразования.

Строение почв

В результате развития почвообразовательных процессов почвенная толща приобретает некоторую расчлененность на несколько слоев, или горизонтов, которые в своей совокупности образуют профиль почвы.

Такого рода дифференциация почвы на отдельные горизонты и составляет содержание понятия «строение почвы».

Формирование почвенных горизонтов связано с передвижением, а следовательно, и с перераспределением различных веществ в почвенной толще. В зависимости от климатических условий и направления движения водных растворов вещества могут передвигаться по почвенному профилю вниз и вверх.

В верхнем слое почвы всегда происходит образование органических веществ, поэтому он называется перегнойно-аккумулятивным, перегнойным, или гумусовым, горизонтом.

Но наряду с аккумуляцией в верхних слоях почвы под влиянием просачивающейся влаги имеет место и противоположный процесс — разрушения и выноса в нижние горизонты минеральных и органических соединений.

Учитывая это обстоятельство, верхнему горизонту почвы дают иное название — перегнойно-элювиального горизонта — с целью подчеркнуть ту особенность, что в этом горизонте одновременно с накоплением гумуса идет процесс вымывания.

Тот почвенный слой, в котором процессы выноса преобладают над процессами накопления и который обычно формируется непосредственно под гумусовым горизонтом, носит название элювиального горизонта.

В элювиальном горизонте по мере вымывания подвижных веществ остаются главным образом трудно растворимые и нерастворимые соединения — остаточный и вторичный кварц, сообщающий этому горизонту светло-серую или белесую окраску.

Следующий слой почвы, в котором выпадают и скопляются приносимые нисходящими и восходящими водными растворами соединения, носит название иллювиального горизонта.

Иллювиальные горизонты обычно отличаются значительной уплотненностью и более тяжелым механическим составом. В зависимости от содержания тех или иных соединений иллювиальные горизонты могут быть иллювиально-гумусовыми, карбонатными, гипсовыми, а также состоящими из окислов железа, алюминия, марганца и т. д. Иллювиальный горизонт подстилает не измененная еще заметным образом почвообразовательными процессами материнская порода.

Перечисленные горизонты, составляющие и характеризующие профиль почвы и ее строение, при описании почв получают условные буквенные обозначения.

Так, перегнойно-аккумулятивный горизонт обозначают буквой А, иллювиальный — буквой В, материнскую породу — буквой С.

При наличии в почве заметно выраженного элювиального горизонта последний обозначают А₂, а гумусовый в таком случае — А₁, пахотный слой — А_п.

При значительной мощности и неоднородности по ряду признаков генетические горизонты подразделяются еще на подгоризонты. Так, например, в перегнойно-аккумулятивном горизонте выделяют А^I, А^{II}, А^{III}, в элювиальном — А^I₂, А^{II}₂, А^{III}₂, в иллювиальном — В^I, В^{II}, В^{III}, в материнской породе — С^I, С^{II}, С^{III}.

Переход одного горизонта в другой может быть резким, иногда же наблюдаются глубокие затеки гумуса, карманы, языки. Очень часто резко выраженные границы между горизонтами в почвенном профиле отсутствуют; в таких случаях отмечаются еще переходные горизонты, например, А₁А₂; А₂В; ВС.

Для обозначения скопления карбонатов вводится дополнительный индекс — к; аналогичным образом обозначаются скопления гипса — г и водорастворимых солей — с, например Вк, Сс, Сг.

Кроме того, на участках под лесом на поверхности почвы имеется лесная подстилка из опавших листьев, хвои, веток и т. д.; подстилка обозначается буквами А_о.

В торфяных почвах верхний горизонт состоит из торфа и обозначается буквой Т.

В некоторых почвах нередко имеют место восстановительные, или глеевые, процессы, находящие свое отражение в появлении в почвенном профиле сизоватых или грязно-синеватых пятен. Оглеенные пятна являются весьма существенными морфологическими признаками, указывающими на длительный или кратковременный застой избыточной влаги в почве, поэтому при исследовании почв весьма важно не упустить из виду этот признак.

Сизоватое окрашивание сообщается почве соединениями железа (FeO·nH₂O), которые образуются в условиях избыточного увлажнения и недостаточной аэрации. Почвы или отдельные их горизонты, которые окрашены в той или иной степени в сизоватые тона, носят название глеевых или оглеенных. Глеевые горизонты обозначаются буквой g, которая пишется рядом с буквенным обозначением горизонта.

Так, например, если восстановительные процессы обнаружены в материнской породе, то этот горизонт обозначается Сg, если в иллювиальном, то Вg, если в элювиальном, то А₂g и т. д.

Все эти почвенные горизонты неразрывно связаны между собой общностью происхождения, и поэтому их называют генетическими почвенными горизонтами.

Мощность почвы и отдельных ее горизонтов

Из сказанного становится очевидным, что под понятием «почва» надо разумеать не только пахотный, или гумусовый, ее слой, а всю толщу поверхностной части земной коры, которая существенным образом изменена почвообразовательными процессами и заметным образом морфологически отличается от материнской горной породы.

Глубина проникновения почвообразовательных процессов всецело зависит от природных факторов почвообразования, поэтому и мощность почвенного слоя в различных случаях сильно варьирует.

Очень часто мощность почвы различных типов колеблется от 20 до 150 см, но нередко, например в черноземной зоне, мощность почв достигает 250 см и более.

При установлении характера почвообразовательных процессов и при агрономической оценке почв по морфологическим признакам важно учитывать всю совокупность свойств генетических горизонтов. При этом существенное значение имеет мощность отдельных горизонтов. По мощности отдельных горизонтов можно в известной степени судить о содержании в них тех или иных веществ, а следовательно, и о плодородии почв.

Окраска почв и отдельных ее горизонтов

Большое значение при морфологическом изучении почв приобретает цвет, или окраска, почвы и ее отдельных горизонтов. Окраска почвы представляет собой один из важных морфологических признаков, которым обычно руководствуются при суждении о свойствах почвы, а также при расчленении почвенной толщи на ряд составляющих ее генетических горизонтов.

По окраске почвы в природе отличаются весьма большим разнообразием. Цвет почвы зависит в основном от содержания в ней тех или иных химических соединений и от различного их сочетания. Все разнообразие окраски почвы и отдельных ее горизонтов можно свести к комбинациям и сочетаниям главным образом трех основных тонов: черного, красного и белого. При этом соединениями, определяющими черный цвет почв, являются главным образом перегнойные вещества.

При различном содержании гумуса почва приобретает различное окрашивание: при 10—12% перегнойная почва имеет ясно выраженный черный цвет, при содержании 4—6% гумуса почва получает серую, каштановую или темно-бурую окраску. При

уменьшении содержания перегной почва приобретает окраску, свойственную материнской почвообразующей породе.

Красный цвет почвы обуславливается наличием в ней минералов водной окиси железа ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). При этом в зависимости от степени обводненности данного соединения, а также и от его количества почва приобретает окраску различной интенсивности. При значительном содержании окиси железа почва имеет красную, ржавую или красно-бурю окраску, при небольшом — желтую или оранжевую.

Что же касается белой окраски почвы, то она может обуславливаться значительным содержанием в почве или кремнезема (SiO_2), или углекислой извести (CaCO_3), или каолина ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$), или соединений гидратов глинозема ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Резко выраженные черные и бурые пятна в почве обычно связаны с наличием соединений марганца; сизоватое или сине-ватое окрашивание обуславливается соединением закиси железа. Что же касается окраски глубоких горизонтов или, вернее, материнских пород, то она также в зависимости от состава и происхождения пород значительно варьирует. Так, валунные и безвалунные суглинки и глины характеризуются чаще всего красно-бурю окраской, пески и супеси имеют обычно желтоватый, реже желтый цвет; для лёссовых и лёссовидных пород характерна палевая окраска.

Сложение почвы и отдельных ее горизонтов

Признаком, заслуживающим внимания при морфологическом исследовании почв, является сложение почвы и отдельных ее горизонтов, т. е. внешнее выражение порозности и плотности. Характер сложения почвы зависит как от свойств материнской породы, на которой сформировалась данная почва, так и от структурных свойств почвы. Из многочисленных типов сложения почвы отметим наиболее часто встречающиеся в природе: рассыпчатое, рыхлое, плотное и весьма плотное, или слитное, сложение.

Рассыпчатое сложение свойственно главным образом лишенным перегной песчаным почвам, у которых отдельные частички совершенно не сцементированы.

Рыхлое сложение присуще суглинистым и глинистым почвам с хорошо выраженной структурой, отдельные агрегаты которой слабо сцементированы, а также песчаным и супесчаным почвам, заметно обогащенным гумусом. При рыхлом сложении почвы легко поддаются воздействию лопаты, а при выбрасывании комков рассыпаются на множество мелких частичек.

Плотное сложение свойственно большинству глинистых почв, особенно иллювиальным их горизонтам, где вследствие

обогащения коллоидами, вынесенными из верхних слоев, цементация почвенных частичек достигает большой прочности. При плотном сложении лопата с трудом входит в почву, а выброшенный на поверхность ком слабо разламывается и распадается на отдельные части.

Весьма плотное, или слитное, сложение является характерным свойством связанных глинистых бесструктурных почв, главным образом нижних их горизонтов, отдельные частички которых чрезвычайно плотно прилегают одна к другой, почти совершенно не образуя скважин, или пор. Слитное сложение свойственно также иллювиальным горизонтам некоторых солонцовых почв. При весьма плотном сложении почвы почти не поддаются действию лопаты, и сделать разрез в такого рода почвах можно лишь с помощью лома и кирки.

Характер сложения почвы в значительной степени обуславливается размерами, количеством и формой полостей и трещин в почве.

В этом отношении различают тонкопористое сложение, когда почва пронизана порами диаметром до 1 мм; пористое — масса почвы пронизана отверстиями диаметром 1—3 мм; губчатое — поперечник пор составляет 3—5 мм; ноздреватое — преобладают поры от 5 до 10 мм в диаметре; ячеистое — характеризуется полостями крупнее 10 мм; трубчатое — имеются каналы, прорытые различными землероями.

При наличии трещин в почвенной массе различают тонкотрещиноватое сложение — при ширине трещин не более 3 мм; трещиноватое — ширина трещин от 3 до 10 мм; щелеватое — характеризуется трещинами свыше 10 мм. Следует отметить, что трещины в почвенной толще отчетливо выступают лишь в сухом состоянии почвы, при увлажнении же вследствие набухания почвы они сильно уменьшаются, а иногда и совсем исчезают.

Таким образом, сложение представляет весьма важный признак, по которому можно судить об аэрации, о водопроницаемости той или иной почвы, а также о легкости ее обработки земледельческими орудиями.

При установлении степени трудности обработки почвы пользуются обычно терминами: легкая почва, тяжелая, средняя.

Существенным морфологическим признаком является почвенная структура, поэтому при изучении почвенного профиля необходимо точно определить характер структуры и ее прочность.

Включения и новообразования

Из внешних признаков, резко бросающихся в глаза при полевом исследовании почв, следует отметить включения и новообразования.

Под включениями нужно подразумевать различного рода обломки горных пород и остатки животных, которые механически вовлечены в однородную массу почвы и присутствие которых в почве не связано непосредственно с почвообразовательными процессами. Сюда относятся гранитные и известняковые валуны и гальки самой различной величины и формы, раковины, кости, кусочки угля и т. д.

Под новообразованиями принято понимать те выделения и скопления различных веществ, которые получились в почвенной толще в процессе почвообразования. Новообразования бывают химического и биологического происхождения.

К химическим новообразованиям относятся соединения углекислой извести, гипса, соединения железа, марганца или же легко растворимых солей, скопляющихся в самых различных видах, чаще всего в иллювиальном горизонте (В), в результате вымывания их из верхних горизонтов в нижние или же поступления их снизу с грунтовыми водами.

Эти новообразования чаще всего обнаруживаются в виде «выцветов» и «налетов», весьма тонкой пленкой покрывающих поверхность почвенных структурных отдельностей; в виде «прожилок» и «трубочек», заполняющих ходы землероев и корней растений и имеющих вытянутую форму; в виде «конкреций», или «стяжений», представляющих собой выделения в более или менее округленных полостях, и др.

К числу биологических новообразований, встречающихся в почвах, следует отнести различного рода «копролиты» — экскременты червей и личинок насекомых в виде структурных комочков, «котовины», «сусликовины», «байбачины» — ходы землероев, заполненные почвой, и прочие следы животного происхождения, по которым иногда можно судить о прежних условиях почвообразования.

Так, нахождение в почвах лесных районов следов крупных землероев, например «байбачин» и «сусликовин», обязанных своим происхождением деятельности степных животных, указывает на то, что данная местность была некогда степью, что эти почвы, следовательно, в недавнем прошлом находились в иных природных условиях, чем в настоящее время, и т. д.

Таким образом, внимательное изучение почвенных новообразований, равно как и других внешних признаков почвенного профиля, дает нам возможность судить о самых разнообразных свойствах почвы, имеющих как научное, так и практическое значение.

ГЛАВА V

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ

ПОНЯТИЕ О ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ

Под поглотительной способностью почвы понимается ее способность поглощать и удерживать в себе растворенные и взмученные в воде твердые вещества, а также пары воды и газы.

Это свойство почвы известно людям давно и широко использовалось ими в практических целях. Однако сущность этого явления была объяснена сравнительно недавно благодаря работам ряда русских исследователей: К. К. Гедройца, Д. Н. Прянишникова, П. С. Коссовича, А. Н. Соколовского, И. Н. Антипова-Каратаева, В. А. Чернова, Н. И. Горбунова и др. Значительные исследования выполнили зарубежные ученые: Уей, Либих, Грэм, Кельнер, Шлезинг, Ван-Беммелен, Вигнер, Маттсон и др.

Способность почвы поглощать и удерживать в себе растворенные вещества имеет большое значение в земледелии и мелиорации. Благодаря этому свойству почва в той или иной степени удерживает от вымывания легко растворимые соединения, образующиеся в результате физико-химических и биологических процессов, и тем самым, следовательно, сберегает для растений необходимые им питательные вещества.

Поглотительная способность у разных почв выражена неодинаково: одни почвы обладают этим свойством в большей, другие — в меньшей степени.

Способность почвы поглощать вещества из раствора в значительной степени находится в прямой зависимости от содержания в ней мельчайших, главным образом коллоидальных частиц: чем богаче та или иная почва коллоидальной частью, тем сильнее в ней будет выражена поглотительная способность.

СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ КОЛЛОИДОВ

Понятие о коллоидах. В физическом отношении почва представляет сложную полидисперсную систему, состоящую из многих компонентов, в том числе и почвенных коллоидов.

Почвенными коллоидами называются частицы, величина диаметра которых меньше 0,1 микрона.

Все почвенные коллоиды по составу можно разделить на 3 большие группы — минеральные, органические и органо-минеральные.

Минеральные коллоиды представлены главным образом частицами вторичных минералов, прежде всего глинных: монтмориллонита, нонтронита, галлуазита, каолинита, бейделлита, аллофана, а также частицами минералов, относящихся к группе гидроокисей, — гидратов окисей железа $[\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}]$, алюминия $[\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}]$, марганца $(\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O})$, кремния $(\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O})$ и др.

Органические коллоиды представлены частицами различных гумусовых веществ почвы.

Органо-минеральные коллоиды состоят из частиц, образующихся в результате взаимодействия органических и минеральных коллоидов.

Наличие коллоидов в почве всецело зависит от содержания в ней глины и перегноя.

Наиболее богатыми коллоидами будут почвы глинистые и суглинистые с высоким содержанием гумуса; наоборот, почвы крупнозернистые песчаные и супесчаные, обедненные перегноем, будут отличаться ничтожным количеством коллоидальных частиц.

Строение коллоидов. Коллоиды представляют собой вещества, находящиеся в высокодисперсном состоянии. Каждая коллоидальная частичка в растворе имеет определенный электрический заряд. Большинство почвенных коллоидов, как минеральных, так и органических, имеет отрицательный заряд.

Коллоидная частичка называется мицеллой. Она имеет сложное строение. Внутренняя ее часть состоит из агрегата молекул, составляющих основную массу вещества мицеллы. Эта часть, носящая название ядра мицеллы, может быть представлена или аморфным телом, или телом с ясно выраженной кристаллической структурой. В химическом отношении ядро мицеллы характеризуется самым разнообразным составом. Так, например, искусственным путем получены коллоиды, ядро которых состоит из окиси железа, алюминия, кремнезема, белковых молекул и др.

На поверхности ядра располагается слой молекул. Этот слой носит название ионогенного, или двойного электрического, слоя.

При диссоциации молекул ионогенного слоя одни из ионов примыкают непосредственно к ядру частицы, а в дисперсионной среде располагаются противоположно заряженные ионы.

Ионы, остающиеся на поверхности ядра, называются потенциал-определяющими ионами, или внутрен-

ним слоем ионов, или внутренней обкладкой двойного электрического слоя.

Ионы, расположенные за внутренним слоем к периферии и несущие противоположный знак заряда, образуют внешний слой ионов; этот слой носит название внешней обкладки двойного электрического слоя, адсорбционного слоя, компенсирующих ионов, или противоионов.

Заряд частиц зависит от того, какие из ионов — анионы или катионы — примыкают непосредственно к ядру. Если к ядру примыкают анионы, частица несет отрицательный заряд, а вокруг нее в окружающей дисперсионной среде находятся положительно заряженные катионы; если же к ядру примыкают катионы, частица несет положительный заряд, а в окружающей его дисперсионной среде находятся отрицательно заряженные анионы.

Таким образом, схематично, в каждой коллоидальной частице (мицелле) имеются 3 составные части, связанные между собой с различной силой: 1) внутреннее ядро, состоящее из самого вещества, находящегося в коллоидальном состоянии; 2) внутренняя обкладка двойного слоя, которая закреплена на ядре, можно сказать, неподвижно и определяет собой заряд частицы, и 3) внешний, или диффузный, слой ионов с противоположным электрическим зарядом.

Понятие о заряде коллоидов, следовательно, относится не к мицелле в целом, а лишь к части ее без диффузного слоя или без отдиссоциированных ионов. Наглядным примером здесь может служить строение мицеллы кремневой кислоты (по Н. И. Горбунову).

Внутреннее ядро данной мицеллы состоит из агрегата молекул SiO_2 ; внутренняя обкладка ее — из ионов SiO_3^- , образующихся в результате диссоциации молекул H_2SiO_3 ; в диффузном слое будут находиться ионы H^+ . Вследствие того, что частица имеет ионогенный слой, состоящий из ионов SiO_3^- , имеющих отрицательный заряд, сама коллоидная частица будет заряжена также отрицательно.

Этот заряд компенсируется суммой противоположных по знаку зарядов, присущих ионам, слагающим внешний слой коллоидной частицы. Поэтому в целом коллоидная частица является электронейтральной. Но в водном растворе некоторая, обычно очень небольшая, часть ионов внешнего слоя отщепляется в окружающую частицу воду, образуя диффузный слой. Вследствие этого присущий частице заряд оказывается компенсированным уже не полностью и она приобретает некоторый потенциал, называемый электрокинетическим, или дзета-потенциалом.

Дзета-потенциал измеряется величинами порядка нескольких десятков милливольт.

Одноименно заряженные частицы отталкиваются одна от другой, и чем выше потенциал, тем сильнее это отталкивание.

Состояние коллоидной частицы, при которой дзета-потенциал равен нулю, называется изoeлектрической точкой.

Основная масса почвенных коллоидов имеет отрицательный заряд, и лишь незначительная часть их заряжена положительно. Коллоиды, несущие отрицательный заряд, называются ацидоидами, положительно заряженные коллоиды называются базоидами, коллоиды с переменным знаком заряда — амфолитоидами.

Большая часть почвенных коллоидов является ацидоидами и содержит в диффузном слое катионы. К ацидоидам относятся коллоидно-дисперсные формы кремнезема, глиняные минералы (монтмориллонит, бейделлит, галлуазит, аллофан и др.), гидраты окиси марганца ($Mn_2O_3 \cdot nH_2O$) и гумусовые кислоты. К ацидоидам относятся и органо-минеральные коллоиды, представляющие собой глиняные минералы, покрытые пленками перегнойных кислот.

Типичных базоидов в почвах нет. К амфолитоидам принадлежат гидраты окиси железа [$Fe(OH)_3 \cdot nH_2O$]; в кислой среде они заряжены положительно, в щелочной — отрицательно; изoeлектрическая точка лежит около $pH=7$. К амфолитоидам относятся гидраты окиси алюминия [$Al(OH)_3 \cdot nH_2O$]; изoeлектрическая точка наступает при $pH=7-8$. К этой же категории коллоидов принадлежат и протеиновые вещества гумуса.

Из существенных свойств, характерных для коллоидов, необходимо отметить их гидрофильность и гидрофобность, т. е. отношение коллоидов к воде.

Гидрофильные коллоиды адсорбируют на своей поверхности молекулы воды, отличаются способностью сильно набухать в воде и оставаться устойчивыми в состоянии коллоидального раствора. В противоположность гидрофильным гидрофобные коллоиды не адсорбируют молекулы воды; они характеризуются незначительным набуханием, способностью свертываться и переходить в осадок.

Почвенные коллоиды могут быть отнесены и к той и к другой группе или же занимать промежуточное положение в зависимости от их природы.

При этом органические коллоиды, как правило, всегда более гидрофильны, чем минеральные.

Коагуляция и пептизация коллоидов. Все коллоиды могут быть в двух различных состояниях: 1) в состоянии коллоидального раствора, или золя, и 2) в состоянии студенистого, хлопьевидного или аморфного осадка — геля.

В состоянии золя коллоиды находятся до тех пор, пока они имеют заряд. Но как только этот заряд тем или иным путем будет уничтожен или же будет понижен настолько, что сила

притяжения станет больше силы отталкивания, отдельные коллоидальные частички начнут слипаться в крупные агрегаты и выпадут в осадок. Этот процесс носит название свертывания коллоидов, или коагуляции. Обратный же процесс, т. е. переход геля во взвешенное состояние, или в золь, называется пептизацией.

Процесс коагуляции коллоидов происходит главным образом при взаимодействии коллоидов с электролитами, т. е. с растворами солей, кислот и щелочей. При этом коллоиды с отрицательным зарядом частичек коагулируются катионами, коллоиды же с положительным зарядом — анионами. А так как в почве преобладают отрицательно заряженные коллоиды, то коагуляция их может происходить преимущественно под воздействием положительно заряженных катионов почвенного раствора.

Различные катионы в зависимости от их валентности и атомного веса обладают разной величиной заряда, а поэтому и коагулирующая способность их неодинакова.

Одновалентные катионы коагулируют слабее двухвалентных; двухвалентные — слабее, чем трехвалентные. По степени возрастания коагулирующей способности наиболее часто встречающиеся в почвенном растворе катионы располагаются в следующем порядке:



Исключение составляет лишь ион H^+ , коагулирующая способность которого выше двухвалентных ионов.

Коагуляция коллоидов может быть обратимой и необратимой, т. е. в одном случае золь, перешедший в гель, снова может перейти в раствор; в другом — этот переход геля в золь будет затруднен или совсем невозможен. При этом обратимой является коагуляция, вызванная воздействием одновалентных катионов (Na^+ , K^+ , H^+), необратимой — двухвалентных (Ca^{++} , Mg^{++}), а также и трехвалентных катионов, как, например, Al^{+++} и Fe^{+++} . Поэтому если осаждение или свертывание коллоидов вызвано одновалентными катионами, то такая коагуляция будет непрочной.

Наоборот, коагуляция, произведенная двухвалентными, а тем более трехвалентными катионами, отличается большой прочностью и устойчивостью против растворяющего действия воды.

Свертывание почвенных коллоидов, помимо действия электролитов, может происходить при взаимной коагуляции противоположно заряженных коллоидов, при высыхании и замерзании почв, а также под влиянием времени, в результате так называемого процесса старения коллоидов,

Таким образом, коллоиды составляют наиболее активную и существенную часть почвы, в которой главным образом и сосредоточена способность почвы к всевозможным реакциям.

Все вместе взятые коллоиды почвы образуют почвенный поглощающий коллоидный комплекс, обуславливающий явления поглощения.

Величина поглощающего комплекса у различных почв неодинакова. Почвы суглинистые и глинистые, обогащенные значительным количеством перегноя, характеризуются большим поглощающим комплексом; у песчаных почв, обедненных гумусом, величина поглощающего комплекса в большинстве случаев ничтожно мала.

ВИДЫ ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ

Поглощение почвой приходящих в соприкосновение с ней различного рода веществ представляет сложное явление, в котором могут принимать участие как химические, так и физические, физико-химические и биологические процессы.

В зависимости от того, какой совершается при этом процесс, различают следующие виды поглотительной способности почв: механическую, молекулярную, химическую, физико-химическую и биологическую.

Следует отметить, что из 5 видов поглотительной способности только молекулярное и физико-химическое поглощение непосредственно связаны с почвенными коллоидами.

Что же касается механического, химического и биологического поглощения, то они обуславливаются другими причинами и практически прямого отношения к коллоидальной части почвы не имеют.

Механическое поглощение. Механическое поглощение почв представляет собой свойство почвы, как всякого пористого тела, не пропускать взмученные в воде частички (суспензии) крупнее почвенных пор.

При этом суспензии могут или поступать в почву извне, или же образовываться в самой почве при естественном или искусственном увлажнении ее водой.

Таким путем происходит накопление в поверхностных горизонтах почвы тонких механических элементов, а также аккумуляция в верхнем слое бактериальных плазм.

Эта способность почвы находится в тесной зависимости от ее механического состава. Чем тяжелее по механическому составу почва и чем, следовательно, мельче пронизывающие ее во всех направлениях поры, тем лучшей задерживающей способностью она обладает.

Механическая поглотительная способность почв значительно возрастает по мере увеличения количества гумуса в почве.

Молекулярная, или аполярная, адсорбция. Сущность этого явления заключается в способности почвы, обладающей большой поверхностной энергией частичек, адсорбировать пары воды и удерживать газообразные и растворенные в воде вещества.

В основе молекулярной адсорбции лежат электрические силы поверхности коллоидных частиц.

Молекулярная поглотительная способность почв связана обычно с явлениями изменения концентрации молекул, растворенных в почвенной воде соединений, на поверхности почвенных частиц. При этом изменяется только концентрация растворенного вещества, но качественный состав раствора не изменяется. Молекулы поглощенного вещества, облекая сплошным слоем твердые частички почвы, удерживаются на поверхности последних с огромной силой. При молекулярной адсорбции поглощаемое вещество не внедряется в твердую фазу почвы и не вступает с ней в химическую реакцию, а лишь скопляется или сгущается на поверхности раздела двух фаз — твердой и жидкой, твердой и газообразной.

Способность почвы адсорбировать пары воды и газообразные вещества имеет большое практическое значение. Благодаря этому свойству в почве может удерживаться от потери в атмосферу такое в высшей степени важное для питания растений соединение, как аммиак, образующийся в почве в результате разложения органических веществ. Не меньшее значение в этом отношении имеет и способность почвы поглощать и удерживать в себе различного рода вещества из растворов. Такого рода поглощение, при котором молекулы того или иного вещества притягиваются из раствора твердыми почвенными частичками, концентрируясь у самой их поверхности, носит название положительной молекулярной адсорбции.

Однако в почве может иметь место и отрицательная молекулярная адсорбция, т. е. такого рода явление, при котором происходит уменьшение концентрации растворимых веществ на поверхности почвенных частиц.

К числу отрицательно адсорбируемых веществ в почве относятся соли азотной кислоты. Поэтому, применяя нитратные соединения в качестве удобрений, необходимо вносить их в почву во время посева сельскохозяйственных культур или после посева в виде подкормки и притом в небольшом количестве.

Химическое поглощение. Помимо поглощения целых молекул, легко растворимые соединения могут закрепляться в почве и иным путем.

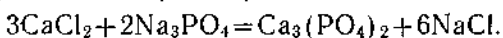
Многие находящиеся в растворе вещества при взаимном соприкосновении или при соприкосновении с нерастворимой частью почвы способны вступать в химические реакции, давая при этом нерастворимые или мало растворимые соединения.

Образующиеся в результате такого взаимодействия нерастворимые соединения будут удерживаться в почве от вымывания.

Так, например, в почве могут находиться соли фосфорной кислоты в такой легко растворимой форме, как Na_3PO_4 .

Будучи легкоподвижным соединением, эта соль, естественно, может в известной степени передвигаться в почвенной среде в глубокие горизонты, а вместе с тем, следовательно, возможна и потеря для растения такого ценного питательного вещества, как фосфор.

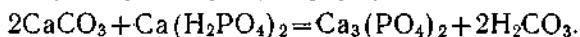
Однако в почвенном растворе наряду с Na_3PO_4 всегда могут быть в том или ином количестве и другие всевозможные соли, например CaCl_2 , которые, вступая в обменную реакцию с Na_3PO_4 , будут давать нерастворимые вещества:



Заключенная в трехкальциевом фосфате фосфорная кислота будет прочно удерживаться в почве.

Аналогичным путем могут закрепляться в почве также и искусственно вносимые удобрения.

Так, например, если в карбонатную почву внести суперфосфат, то некоторая его часть может перейти в трифосфат кальция, т. е. в трудно растворимую форму:



Так как этот вид поглотительной способности основан на чисто химической реакции взаимного обмена в растворе, то он носит название химического поглощения, или химической поглотительной способности почвы.

Следует добавить, что не все растворимые минеральные соединения могут химически поглощаться почвами. Среди легкоподвижных питательных веществ в почве имеются и такие соединения, которые в силу своих особенностей и свойств не могут быть химически поглощаемы почвой.

К этой категории относятся те легко растворимые вещества, которые при взаимодействии с другими соединениями не могут давать нерастворимых или трудно растворимых образований.

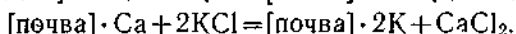
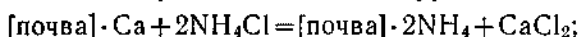
К числу химически непоглощаемых соединений относится весьма ценное в сельскохозяйственном отношении вещество — азотная кислота. Последняя, как известно, со всеми катионами способна образовывать только легко растворимые азотнокислые соли.

Этим объясняется та легкая вымываемость из почвы, которая присуща всем нитратным солям, как образующимся в самой почве в результате биохимических процессов, так и вносимых в почву извне в виде тех или иных минеральных азотнокислых туков.

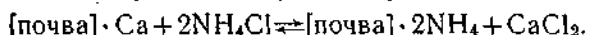
Физико-химическое поглощение, или обменная адсорбция.

Емкость поглощения. Минеральные соли и кислоты в почвенном растворе в значительной степени диссоциированы на катионы и анионы. Поэтому при взаимодействии между почвенным раствором и твердой частью почвы последней поглощаются из раствора не только целые молекулы растворенных веществ, но и ионы. В связи с тем, что почвенные коллоиды заряжены главным образом отрицательно, очевидно, что поглощаться почвой из раствора будут преимущественно катионы.

Поглощенные катионы удерживаются на поверхности коллоидальных частичек весьма прочно и могут быть вытеснены обратно в раствор лишь другими катионами. Вследствие этого процесс поглощения почвой ионов из раствора является по существу процессом обмена катионов на поверхности почвенных коллоидов. Процесс обмена катионов в почвенной среде происходит в эквивалентном количестве. Поэтому процесс обмена катионов при взаимодействии почвы с растворами солей в самом общем виде можно представить такими уравнениями:



Вместе с тем реакция обмена катионов является обратной: любой поглощенный почвой катион при соответствующих условиях может снова перейти в раствор. В связи с этим реакцию обменной адсорбции следует изобразить так:



Сумма всех поглощенных катионов, выраженная в миллиэквивалентах на 100 г почвы, называется емкостью поглощения.

Емкость поглощения у различных почв неодинакова и в значительной степени зависит от содержания в почве илистой фракции, гумуса и от минералогического состава илистой фракции, поскольку разные минералы обладают даже при одинаковой степени дисперсности различной обменной способностью. Так, например, каолинит имеет емкость обмена от 3 до 15 м-экв, серицит — от 20 до 40 м-экв, монтмориллонит — от 60 до 100 м-экв на 100 г почвы. Очень большую емкость обмена имеют гуминовые кислоты. Поэтому, чем больше содержится в почве глинных минералов и гумуса, тем больше емкость поглощения.

Емкость поглощения любой почвы в значительной степени зависит от реакции раствора (рН), при которой ее определяют. При этом, чем выше рН раствора, при помощи которого происходит вытеснение и обмен катионов, тем выше емкость поглощения.

Энергия поглощения или обмена. Различные катионы обладают разной энергией поглощения; одни из них поглощаются

сильнее, другие — слабее. Бóльшей энергией поглощения отличаются двухвалентные (Ca^{++} , Mg^{++}), меньшей — одновалентные катионы (Na^+ , NH_4^+ , K^+). Исключением из этого общего правила является лишь водородный ион, энергия поглощения которого во много раз превосходит энергию поглощения как одновалентных, так и двухвалентных катионов.

На поглощение почвой катионов большое влияние оказывает также и концентрация последних в почвенном растворе: чем большее количество тех или иных катионов содержится в растворе, тем с большей силой они будут поглощаться и вытеснять из поглощающего комплекса другие катионы и в поглощенном состоянии будут занимать преобладающее место.

Поглощающий комплекс всякой почвы благодаря адсорбционной способности коллоидного комплекса всегда будет насыщен катионами.

Но состав поглощенных катионов в зависимости от условий почвообразования у различных почв неодинаков. У одних почв поглощающий комплекс будет насыщен главным образом Ca^{++} и Mg^{++} , у других — Na^+ , у третьих — среди поглощенных катионов будет находиться H^+ , Al^{+++} и т. д.

Почвы насыщенные и не насыщенные основаниями. В почвах встречаются различные обменные катионы: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , H^+ , K^+ , NH_4^+ , Al^{+++} , Fe^{+++} и др.

В зависимости от состава поглощенных катионов все почвы подразделяются на почвы насыщенные и не насыщенные основаниями.

К первым относятся те почвы, поглощающий комплекс которых содержит в себе одни лишь металлические катионы, например Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , ко вторым — те почвы, в поглощающем комплексе которых наряду с другими катионами содержатся также и поглощенные H^+ и Al^{+++} .

Примерами почв, насыщенных основаниями, могут служить черноземы, а также каштановые почвы и сероземы, имеющие широкое распространение в степных и засушливых районах нашего Юго-Востока.

Представителями почв, не насыщенных основаниями, являются красноземы, дерново-подзолистые и болотные почвы.

Черноземные почвы характеризуются насыщенностью главным образом катионами Ca^{++} и Mg^{++} , солонцеватые почвы — катионами Na^+ , затем отчасти K^+ , а также Mg^{++} и Ca^{++} .

Что же касается дерново-подзолистых и болотных почв, то их характерной особенностью является наличие в поглощающем комплексе обменных H^+ и Al^{+++} .

Таким образом, различным почвам присущ определенный состав поглощенных катионов.

Свойства почв в связи с составом поглощенных катионов. Процесс поглощения катионов почвенными коллоидами сопро-

воздается коагуляцией последних в структурные комочки, или агрегаты.

Двухвалентные катионы (Ca^{++} , Mg^{++}) коагулируют необратимо, т. е. придают агрегатам устойчивость против размывающего действия воды; одновалентные (H^+ , Na^+), наоборот, являются слабыми коагуляторами: образующиеся под воздействием этих катионов гели весьма непрочны и в соприкосновении с водой легко разрушаются, распадаясь на первоначальные составляющие их коллоидальные частички. При этом самым слабым коагулятором из всех одновалентных катионов является Na .

Различие в составе поглощенных катионов сказывается на свойствах почв. Так, почвы, насыщенные Ca^{++} и Mg^{++} , отличаются хорошей, прочной структурой, а в связи с этим и благоприятными водными и воздушными свойствами, имеющими большое агрономическое значение.

Почвы, поглощающий комплекс которых насыщен H^+ , характеризуются плохой структурой, менее благоприятными водными и воздушными свойствами, способностью к заплыванию и образованию корки.

Наименее же благоприятными физическими свойствами отличаются почвы, насыщенные катионами Na^+ : они обладают весьма непрочной структурой, легко расплываются при увлажнении в не проницаемую для воды и воздуха вязкую массу, а при высыхании резко сокращаются в объеме, образуют трещины и превращаются в монолитные, очень крепкие глыбы, трудно поддающиеся воздействию сельскохозяйственных орудий. Типичными представителями такого рода почв являются солонцы. Помимо физических свойств, поглощенные катионы оказывают сильное влияние и на химические свойства почвенного раствора.

Почвы, насыщенные основаниями, характеризуются нейтральной или щелочной реакцией, почвы же, не насыщенные основаниями, обладают кислой реакцией.

Необменное поглощение катионов. Наряду с обменным поглощением катионов в почве наблюдается также необменное поглощение, при котором поглощенные катионы прочно закрепляются в почве и становятся недоступными для питания растений.

Необменное поглощение катионов широко распространено в природе и присуще почти всем катионам, но в наибольшей степени это явление свойственно калию.

Наиболее мощным фактором, влияющим на переход катионов в необменную форму, является периодическое высушивание почвы, причем чем выше температура и продолжительнее высушивание, тем больше калия переходит в труднообменную форму.

Фиксация калия в необменной форме в значительной степени связана со старением и частичной кристаллизацией гелей почвенных коллоидов. Переход катионов в необменную форму сопровождается одновременным изменением почвенных коллоидов и почвы. При высушивании почвы меняются ее электрокинетические свойства, в частности заряд, что связано с уменьшением катионов в диффузном слое, т. е. с уменьшением диссоциации поверхностных соединений (Н. И. Горбунов).

Переход калия в неподвижную форму может осуществляться в результате биологического его поглощения.

Закрепление калия в почве в труднообменном или необменном состоянии может иметь место также в результате вхождения калия в кристаллическую решетку монтмориллонита.

Поэтому почвы с большим количеством монтмориллонита прочно связывают ионы калия.

Фиксация калия в необменной форме частично обратима.

Для питания растений наибольшее значение имеют обменные катионы, ибо они являются источником пополнения почвенного раствора элементами минеральной пищи. Благодаря нахождению катионов в поглощающем комплексе они длительно задерживаются в почве и постепенно удовлетворяют потребность растений.

Несколько меньшее значение имеют в этом отношении необменные катионы. Тем не менее новейшими исследованиями установлено, что растениям частично доступен и необменный калий, связанный в почве с различными минералами.

Поглощение анионов. Наряду с поглощением катионов почвы обладают поглотительной способностью и в отношении анионов. Энергия и характер поглощения у разных анионов различны.

В этом отношении встречающиеся в почвах анионы могут быть разделены на 3 группы. К первой группе относятся анионы, которые хорошо поглощаются почвами химически, давая с катионами почвенного раствора нерастворимые соединения: анионы фосфорной кислоты (H_2PO_4^+ , HPO_4^{++} , PO_4^{+++}), а также некоторых органических кислот, кремнекислоты. При взаимодействии почвенных растворов с такими катионами, как Са, Mg, эти анионы образуют осадки, которые и закрепляются в почве.

Ко второй группе могут быть отнесены анионы соляной, азотной и азотистой кислот (Cl , NO_3 , NO_2), соли которых легко растворимы в воде; они не могут поглощаться ни химически, ни физико-химически, но они поглощаются живыми организмами, т. е. биологически.

К третьей группе принадлежат анионы SO_4^{++} , CO_3^{++} и некоторых органических кислот, которые занимают промежуточное положение между двумя первыми группами; поглощение их в условиях нейтральной и щелочной среды обычно имсет ха-

рактен химического поглощения. В частности, анион SO_4^{++} , связываясь в почвах кальцием, дает гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), анион CO_3^{++} выпадает в виде CaCO_3 .

По некоторым данным (И. Н. Антипов-Каратаев, А. И. Рабинерсон), поглощение анионов хлора и нитратов возможно в результате перезарядки почвенных коллоидов кислотами. Однако такого рода явление наблюдается только при перезарядке красноземов, содержащих много полуторных окислов; что же касается других почв, например черноземов и солонцов, то такая перезарядка не удавалась даже в условиях большой кислотности раствора.

В последнее время опытами установлено, что анионы могут поглощаться на поверхности положительно заряженных коллоидов и способны к обменному вытеснению при взаимодействии с анионами других солей.

Кислотность и щелочность почвы. В зависимости от состава поглощенных катионов, а также от наличия в почве воднорастворимых кислот, их гидролитически кислых или щелочных солей и карбонатов кальция почвенный раствор может иметь кислую, щелочную или нейтральную реакцию.

Реакцию почвенного раствора выражают величиной pH, представляющей собой отрицательный логарифм концентрации водородных ионов в растворе. По величине pH почвы делят на следующие группы.

	pH		pH
Сильнокислые . . .	3—4	Нейтральные	6,5—7
Кислые	4—5,5	Щелочные	7—8
Слабокислые	5,5—6,5	Сильнощелочные . .	8—9

Кислую реакцию имеют дерново-подзолистые и болотные почвы, нейтральную — черноземные почвы, щелочную — каштановые почвы, сероземы и солонцы.

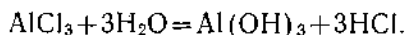
В почвоведении различают две формы кислотности — актуальную и потенциальную.

Под актуальной кислотностью разумеется концентрация свободных водородных ионов в почвенном растворе, т. е. в жидкой фазе почвы.

Под потенциальной кислотностью понимается кислотность, обусловленная наличием ионов водорода и алюминия в поглощенном состоянии.

Актуальная кислотность почвенного раствора вызывается главным образом растворимыми органическими кислотами, образующимися в почве при разложении органических веществ. Далее подкисляющее действие на почвенный раствор в весьма малой степени может оказывать углекислота. При растворении CO_2 в воде образуются молекулы H_2CO_3 , которые, диссоциируя на ионы водорода и HCO_3 , подкисляют раствор.

Кроме того, фактором актуальной кислотности в почве могут быть гидролитически кислые соли Al и Fe, которые в водных растворах гидролитически расщепляются, освобождая при этом кислоту. Примером такого рода солей может служить хлористый алюминий, который при взаимодействии с водой расщепляется следующим образом:



Образующаяся в результате этого гидролиза соляная кислота и создает кислую реакцию раствора.

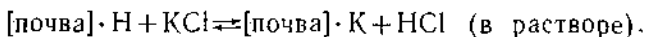
Однако все эти явления, вызывающие кислотность почвенного раствора, имеют место только в почвах, не насыщенных основаниями.

В почвах же, насыщенных основаниями, актуальная кислотность не обнаруживается. Актуальную кислотность можно определить в водной вытяжке из почвы.

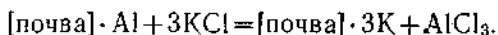
В отличие от актуальной потенциальная кислотность является как бы скрытой, или связанной, по отношению к почвенному раствору, обнаруживаемой только в результате обменной реакции между поглощающим комплексом и почвенным раствором.

Потенциальная кислотность, в свою очередь, подразделяется на 2 вида — обменную и гидролитическую.

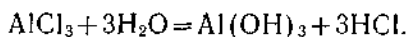
Обменная кислотность вызывается водородными ионами, которые могут быть вытеснены из поглощающего комплекса воздействием на почву растворами нейтральных солей, т. е. солей, образованных соединением сильных оснований с сильными же кислотами, например NaCl и KCl:



Кроме поглощенного водорода, причиной обменной кислотности в подзолистых почвах может служить также подвижный алюминий. Если в почве имеются обменные ионы алюминия, то при взаимодействии почвы с нейтральными солями алюминий будет находиться и в почвенном растворе:



Образующийся при этом хлористый алюминий далее гидролитически расщепляется и создает кислую реакцию почвенного раствора:



Таким образом, обменная кислотность почв может зависеть как от наличия в них обменного H^+ , так и обменного Al^{+++} в самых разнообразных соотношениях.

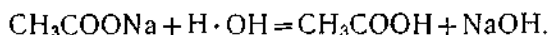
Обменная кислотность в почвах определяется обычно с помощью раствора какой-либо нейтральной соли, чаще всего KCl.

Под гидролитической кислотностью понимаются водородные ионы поглощающего комплекса, вытесняемые растворами гидролитически щелочных солей, т. е. солей, образованных сильными основаниями и слабыми кислотами. Примером таких солей являются уксуснокислый натрий (CH_3COONa) и уксуснокислый кальций $[\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$, имеющие слабощелочную реакцию ($\text{pH} = 8,2 - 8,4$).

Эти соли обладают способностью в водных растворах гидролитически расщепляться на слабую кислоту и сильное основание, которое сообщает раствору щелочную реакцию.

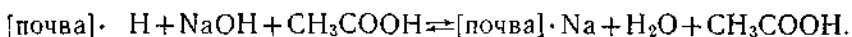
Для определения гидролитической кислотности в лаборатории чаще всего применяется уксуснокислый натрий.

Уксуснокислый натрий, как и другая подобная соль, в воде гидролитически распадается с образованием щелочи и слабой уксусной кислоты:



При взаимодействии уксуснокислого натрия с подзолистой почвой натрий щелочи вступает в поглощающий комплекс, а в растворе образуется так называемая гидролитическая кислотность.

Это взаимодействие раствора уксуснокислого натрия с подзолистой почвой можно представить так:



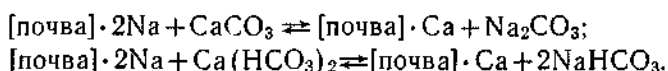
Опыт показывает, что при обработке почв гидролитически щелочными солями из поглощающего комплекса вытесняется водорода больше, чем при обработке нейтральными солями.

Это связано с тем, что при взаимодействии почвы с раствором гидролитически щелочных солей происходит более полная диссоциация ионогенных групп и в диффузном слое появляется большее количество ионов водорода, способных к обменным реакциям. Катионы гидролитически щелочных солей вытесняют как те ионы водорода, которые способны к обмену при кислой и нейтральной реакциях, так и те ионы водорода, которые дополнительно диссоциируют при щелочной реакции. Поэтому наиболее полное представление о количестве поглощенных водородных ионов в той или иной дерново-подзолистой почве мы получаем на основании определения гидролитической кислотности.

Почвы, в поглощающем комплексе которых находится Na, имеют щелочную реакцию.

Щелочная реакция почвы, насыщенной Na, обуславливается главным образом наличием соды, которая образуется в результате взаимодействия почвы с почвенным раствором, содержащим в себе то или иное количество углекислого кальция.

Процесс образования соды в почве, насыщенной Na, можно схематически представить в следующем виде:



Возникновение щелочной реакции может вызывать также углекислый кальций, который при взаимодействии с водой в присутствии углекислого газа в значительной степени переходит в гидрокарбонат:



Гидролиз углекислого кальция как гидролитически щелочной соли вызывает подщелачивание почвы.

Характер реакции почвенной среды, в свою очередь, самым непосредственным образом влияет на биологические свойства почвы. Наиболее благоприятными биологическими свойствами обладают почвы с нейтральной и слабокислой реакцией; менее благоприятными — почвы кислые и щелочные, ибо как кислотность, так и щелочность среды угнетающе действуют на культурные растения и микроорганизмы, тормозят их рост и развитие. Кислотность почвы, кроме того, способствует развитию преимущественно грибов в отличие от почв нейтральных, где микробиологические процессы обязаны главным образом жизнедеятельности бактерий.

Таким образом, с составом поглощенных катионов в самой тесной связи находятся физические, химические и биологические свойства почвы, и в агрономическом отношении поэтому небезразлично, чем насыщена почва.

При наличии в поглощающем комплексе катионов H^+ почва имеет кислую реакцию, плохую структуру, легко распадающуюся в соприкосновении с водой, а вследствие этого и неблагоприятные физические свойства, отрицательно влияющие на развитие культурных растений.

Еще более неблагоприятными свойствами характеризуется почва, насыщенная катионами Na^+ . Щелочность реакции, угнетающе действующая на растения, сильное заплывание при увлажнении, чрезвычайное затвердевание при высыхании — таковы отличительные черты этих почв.

Лишь поглощенный Ca^{++} сообщает почве благоприятные физические, химические и биологические свойства, которыми определяется агропроизводственная ценность почвы. Отсюда становится понятной та большая роль, которую играет кальций в почвообразовательных процессах и плодородии почвы.

Поэтому обогащение дерново-подзолистых почв кальцием путем известкования составляет одно из коренных мероприятий

по повышению их производительности. Внесенная известь нейтрализует кислотность почв, улучшает их структуру, а вместе с тем и их физические свойства, создает благоприятные условия для интенсивного развития биологических процессов; другими словами, известкование существенным образом изменяет в лучшую сторону все основные свойства дерново-подзолистых почв.

Улучшение же почв, насыщенных Na^+ , достигается при помощи гипсования. При этом поглощенный Na^+ будет замещаться Ca^{++} , а вытесненный в раствор Na^+ образует нейтральную, практически безвредную для растений и легко вымывающуюся из почвы соль Na_2SO_4 . Таким образом, внесение гипса в почву, насыщенную Na^+ , с одной стороны, приводит к образованию устойчивой структуры, а следовательно, и к созданию благоприятных физических свойств, а с другой — устраняет и самую причину, порождающую щелочность почвы.

Следовательно, улучшение химических свойств почв, основанное на явлении обменной адсорбции, имеет большое производственное значение в практике земледелия.

Буферная способность почв и ее значение. С поглотительной способностью почв тесно связана буферность почв.

Под буферной способностью почв понимается способность их противостоять резким изменениям актуальной реакции при введении в них кислот или щелочей и кислых или щелочных солей.

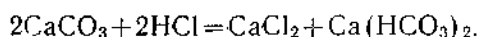
Это свойство почв наглядно проявляется в том, что если вводить в почвы слабые растворы кислот или щелочей, а также кислых или щелочных солей, то реакция почвенного раствора (рН) будет изменяться не соответственно количествам внесенных веществ, а в значительно меньшей степени. Всякая почва, таким образом, по отношению к вводимым в нее кислым или щелочным соединениям является в известной степени нейтрализатором, снижающим действие этих веществ.

Буферная способность почв представляет собой довольно сложное явление, обусловленное рядом процессов.

Установлено, что смесь из раствора слабой кислоты с ее солью с одним из сильных оснований является в высокой степени буферной. При прибавлении к такому раствору кислот или щелочей реакция раствора будет изменяться постепенно и в весьма малой степени. Такого рода смеси кислот с их солями могут находиться и в почве, являясь одним из существенных факторов, обуславливающих собой явление буферности.

Способность почв противостоять сдвигу реакции в кислую сторону зависит от наличия в почве избытка карбонатов кальция и других металлов. Понятно, что при внесении в такие почвы кислых соединений последние будут в известной мере нейтрализованы карбонатами и реакция почвенного раствора в

данном случае не изменится совсем или же изменится, но в очень незаметной степени:

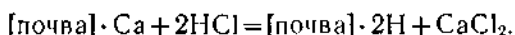


Поэтому карбонатные почвы всегда обладают весьма высокой буферностью в отношении кислых соединений.

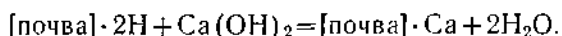
Аналогичным же образом объясняется буферность почв, в почвенном растворе которых присутствуют свободные кислоты и их кислые соли. Если в эти почвы вносить щелочные соединения, то и здесь обнаружится явление буферности, т. е. реакция почвенного раствора не сдвинется резко в щелочную сторону, поскольку внесенные щелочные вещества неизбежно будут нейтрализованы почвенной кислотностью.

Весьма важным фактором буферности почв в отношении кислых солей являются большая величина емкости поглощения и высокая насыщенность почвы основаниями.

При внесении в такие почвы кислых соединений их водород перейдет в поглощенное состояние, а в растворе образуется нейтральная соль, благодаря чему реакция почвенного раствора изменится в малой степени:



В почвах, не насыщенных основаниями, т. е. содержащих в себе поглощенный водород, таким же путем нейтрализуются и вносимые в них различного рода щелочные вещества, например $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



Как кислоты, так и щелочи могут вступать в соединения с такими электронейтральными (амфотерными) веществами, как белки, в результате чего реакция кислот и щелочей будет значительно снижаться. Белковые же соединения в виде белка растительных остатков, тел отмерших бактерий и т. д. всегда в том или ином количестве присутствуют в почве. Поэтому и данный фактор оказывает свое буферное действие в отношении тех кислых или щелочных соединений, которые возникают в почве в результате протекающих в ней почвообразовательных процессов или же вносятся извне в виде тех или иных удобрительных веществ. Таковы те основные факторы, которые обуславливают явления буферности. Буферность почв имеет большое положительное значение.

Культурные растения могут нормально развиваться только в среде, имеющей слабокислую, нейтральную или близкую к ней слабощелочную реакцию.

Между тем в почве могут образовываться как кислоты, так и щелочи: кислоты — в результате разложения органических остатков и при внесении в почву физиологически кислых солей,

щелочи — главным образом при удобрении почв физиологически щелочными солями. Накопление этих соединений в почве могло бы приводить к резким изменениям реакции почвенного раствора до вредных для растений пределов. Однако в действительности этого не происходит благодаря наличию буферной способности почв.

Разные почвы обладают различной буферностью: песчаные почвы, например, менее буферны, чем почвы суглинистые и глинистые. Почвы, более богатые перегойными веществами, являются в то же время и более буферными.

Из этого становится понятным, что систематическое обогащение почв органическими веществами является одним из важнейших агротехнических приемов повышения буферной способности почв.

Биологическая поглотительная способность почв. В поглощении и закреплении от вымывания питательных веществ в почве весьма важную роль играет биологическая поглотительная способность. Биологическое поглощение вызывается жизнедеятельностью населяющих почву микроорганизмов и растений, которые, усваивая из почвы подвижные соединения азота, фосфора, серы, калия и других элементов, переводят их в ткани собственного тела. В таком виде питательные элементы и удерживаются в почве от вымывания их атмосферными осадками.

После отмирания и минерализации отмерших частей растений и микроорганизмов заключенные в них питательные вещества снова переходят в почву, создавая тем самым благоприятные пищевые условия для новых поколений растений.

Следует отметить, что растения извлекают не все элементы, имеющиеся в почве, а преимущественно те, которые имеют жизненно важное значение. Поэтому биологическое поглощение всегда сопряжено с накоплением в почве главным образом биологически важных элементов.

Биологическое поглощение, связанное с жизнедеятельностью микроорганизмов, в значительной степени включает в себя физическое, физико-химическое и химическое поглощение.

Почвенные микроорганизмы, приближаясь по размерам к коллоидам, обладают многими их свойствами, особенно в том случае, когда микроорганизмы мертвы. На их поверхности может совершаться обмен катионов, не исключается также и обмен анионов, так как белок, входящий в состав организмов, имеет амфотерную природу.

В живых организмах эти реакции усложняются рядом других процессов. Например, наряду с обменом ионов электролиты поглощаются организмами как составная часть питательного раствора.

Наряду с поглощением ими различных веществ микроорганизмы сами могут поглощаться почвой и ее составными

частями. Природа этого поглощения еще полностью не раскрыта, однако можно указать на следующие возможные случаи: 1) механическое поглощение микроорганизмов в тончайших капиллярах почвы, 2) коагуляция и осаждение микроорганизмов электrolитами вместе с другими высокодисперсными частицами и 3) притяжение микроорганизмов поляризационными силами.

Для поглощения микробов почвой большое значение имеет дисперсность. Грубодисперсные частицы, например песок, почти не задерживают бактерий, в то время как почвы, содержащие много высокодисперсных частиц, задерживают до 90% и больше микробов (Н. И. Горбунов).

Биологическое поглощение имеет огромное практическое значение во всех почвенных зонах: биологический фактор в почвообразовании является ведущим фактором, определяющим в конечном счете агропроизводственную ценность почвы.

Но особенно велика роль биологического поглощения в областях с влажным климатом и притом на почвах легких, песчаных и супесчаных, где в силу чрезмерной промываемости биологическое поглощение является единственным надежным способом удерживания и накопления необходимых для растений питательных веществ, а следовательно, и поддержания почвенного плодородия на высоком уровне.

ГЛАВА VI

СТРУКТУРА ПОЧВ

ПОНЯТИЕ О ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЕ

В результате развития почвообразовательного процесса механические элементы почвы могут склеиваться в различного рода комочки, образуя так называемые структурные агрегаты, или отдельности. Это свойство почвы образовывать агрегаты той или иной величины и формы называется агрегацией почвы.

Способность почвы распадаться при ее рыхлении на отдельные комочки или агрегаты называется структурностью.

Структурой же почвы называются самые отдельности, или агрегаты, на которые распадается почва.

Различают макро- и микроструктуру. Под макроструктурой обычно подразумевают почвенные комочки, диаметр которых колеблется от 0,25 до 10 мм; к микроструктуре относят комочки мельче 0,25 мм. Агрегаты крупнее 10 мм называют глыбистой структурой.

ВИДЫ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Механические элементы в зависимости от природных условий развития той или иной почвы способны образовывать структурные агрегаты, различные не только по величине, но и по форме. Для отдельных почвенных типов характерна своя особая структура. Принято различать 3 основные формы структур: кубовидную, призмовидную и плитовидную.

Кубовидной называют такую структуру, отдельности которой развиты более или менее равномерно по всем трем осям; призмовидной — структуру, отдельности которой развиты преимущественно по вертикальной оси, т. е. они вытянуты вдоль вертикальной оси значительно больше, чем вдоль двух горизонтальных осей; плитовидной — структуру, отдельности которой развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и резко укорочены вдоль вертикальной оси.

Среди большого разнообразия форм почвенной структуры, имеющих в природе, наиболее часто встречаются следующие: зернистая, комковатая, ореховатая, листоватая, плитчатая, столбчатая и призматическая.

Для черноземов характерна комковато-зернистая структура, для элювиальных горизонтов (A_2) дерново-подзолистых почв — пластинчато-листоватая, для горизонта В солонцовых почв — столбчато-призматическая и т. д. В этом отношении почвенная структура является существенным морфологическим признаком, отражающим как генетические особенности почв, так и их производственную ценность.

В агрономическом отношении наиболее ценными являются мелкокомковатая и зернистая структура.

Главнейшим качеством почвенной структуры является ее водопрочность. Под водопрочностью структуры понимается способность комочков противостоять размыванию и разрушению их водой. Это свойство не следует смешивать со связанностью, под которой понимается способность почвы противостоять силам, стремящимся механически разъединить ее частички.

Почва может быть очень связной, но совсем не обладать прочностью. Так, например, столбчатые отдельности у солонцов обладают большой связанностью, но при насыщении водой они распадаются, т. е. такие отдельности неводопрочны.

Кроме размеров агрегатов и их водопрочности, существенное значение имеет также плотность агрегатов или их пористость (Н. А. Качинский). С пористостью связана микробиологическая деятельность в комке. Если структурный комок пронизан только весьма тонкими порами, то даже при незначительной влажности микробиологические аэробные процессы в нем резко снижаются, ограничиваясь только верхней пленкой. В таком комке будет накапливаться для растений мало пищи. Точно так же неблагоприятными свойствами будет обладать почва и при слишком высокой пористости комка. Органическое вещество в таких комках быстро минерализуется, и прочность структуры в непродолжительное время нарушается. Лишенные органического вещества почвенные комки утрачивают свойства водопрочности.

В природе встречаются почвы как с хорошо выраженной прочной комковатой структурой, так и со слабой, легко распадающейся структурой. Примером почв, обладающих прочной зернистой структурой, могут служить целинные черноземные почвы (исключая солонцеватые их разновидности); примером почв со слабой, непрочной структурой являются малогумусные, дерново-подзолистые почвы, а также почвы сухой степи — бурые почвы, каштановые и сероземы.

Наконец, следует отметить, что наряду со структурными почвами в природе встречается немало почв, вовсе не имеющих

структуры. Такого рода бесструктурными, или раздельночастичными, почвами в большинстве случаев являются песчаные, а также супесчаные почвы, обедненные перегноем.

Отличаясь исключительной бедностью глинистыми частицами и гумусом, необходимыми для склеивания или цементации отдельных частичек почвы в комки, песчаные и супесчаные почвы не способны образовывать почвенную структуру; лишь в высоко окультуренных песчаных и супесчаных почвах, сильно обогащенных органическим веществом, обнаруживается слабо выраженная комковатая, но непрочная структура.

Песчаные и супесчаные почвы, как правило, бесструктурны. Поэтому понятия «структура» и «структурность» применяются главным образом к суглинистым и глинистым почвам, т. е. к связным почвам.

АГРОНОМИЧЕСКИ ЦЕННАЯ СТРУКТУРА, ФАКТОРЫ ЕЕ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ

Образование агрономически ценной структуры возможно только в тех почвах, в которых содержится значительное количество глинистых частиц и перегноя, являющихся существенным и необходимым фактором структурообразования.

Вступая в тесное взаимодействие, сопровождаемое явлениями коагуляции и адсорбции, глинистые частицы и перегной образуют прочные органо-минеральные комплексы — основной фонд почвенных агрегатов. Чем богаче почва минеральными и органическими коллоидами, тем шире возможности агрегации.

Особенно большое значение имеет перегной. Перегной как коллоидное вещество под влиянием катионов кальция и магния способен давать не растворимый в воде клеящий материал, который и придает структурным агрегатам способность не распыляться в воде, т. е. водопрочность. А так как перегной всегда образуется в почве в процессе разложения органических остатков, то для поддержания агрегатного состояния почвы последняя должна систематически обогащаться в том или ином виде органическим веществом.

Первостепенное значение в структурообразовании почвы имеют микроорганизмы, хотя механизм их действия в этом отношении еще окончательно не изучен.

Теснейшую связь микробиологических процессов с образованием почвенной структуры впервые экспериментально доказал П. А. Костычев.

Вопрос о роли микроорганизмов в образовании почвенной структуры получил отражение в ряде позднейших исследований. При этом одни ученые полагают, что микроорганизмы, разлагая растительные остатки, образуют продукты промежуточного распада, которые склеивают частицы почвы в агрегаты, другие

считают, что почвенные частицы склеиваются продуктами метаболизма микробов, населяющих почву. Кроме того, живые микроорганизмы — бактерии и грибы — могут служить и непосредственным клеящим материалом, соединяющим одни частицы почвы с другими.

Среди многих факторов структурообразования необходимо отметить травянистую растительность (сюда входят и такие растения, как рожь, пшеница, кукуруза, горох, люпин и т. д.), роль которой в этом отношении двояка. С одной стороны, по отмирании корневая система растений является источником обогащения почвы — перегноем; с другой — густая сеть корней, пронизывая на значительную глубину во всех направлениях почву, раздвигает и сдавливает отдельные ее части или комки, придавая им самые разнообразные очертания и формы.

Роль травянистой растительности в структурообразовании может заметно проявиться лишь при хорошем ее развитии и только на почвах тяжелого механического состава. На почвах же песчаных и супесчаных влияние растений на структурообразование практически не сказывается.

В образовании почвенной структуры наибольшая роль принадлежит навозу, компосту и другим видам органических удобрений при правильном и обильном внесении их в почву, в особенности в нечерноземной полосе.

Необходимо подчеркнуть также деятельность земляных червей, играющих иногда заметную роль в образовании структуры почвы.

Таковы в основных чертах главнейшие факторы, которые обуславливают образование водопрочной почвенной структуры.

Наряду с водопрочной в некоторых почвах встречаются неводопрочные структуры — столбчатая, глыбистая, плитчатая и листоватая.

Образование столбчатой и глыбистой структуры связано с накоплением коллоидов, насыщенных в значительной степени поглощенным натрием. Поглощенный натрий пептизирует коллоиды при увлажнении и содействует скреплению почвенных частиц в сухом состоянии. Особенно крепко склеиваются почвенные частички в том случае, если в составе коллоидов, насыщенных натрием, находится значительное количество перегнойных веществ. Эти органические коллоиды при высыхании коагулируют обратимо. Если почвы, имеющие глыбистую или столбчатую структуру, пашут с выворачиванием этих структурных отдельностей на поверхность, то они при смачивании расплываются, при высыхании же на поверхности образуется плотная корка. Столбчатая и глыбистая структура не представляет агрономической ценности — это скорее отрицательное явление.

Что же касается плитчатой и листоватой формы структуры, то их образование в полной мере еще не изучено.

Можно предполагать, что эти структуры образуются в связи с постепенным промораживанием влажных поверхностных слоев почвы, обедненных коллоидами. При промораживании изменяется объем почвы и происходит отслаивание.

Горизонтальные структуры образуются главным образом в северных и наиболее бедных органическим веществом почвах (в подзолистых). Но слабая слоистость в самом поверхностном слое встречается и в степных почвах. Эти формы структуры чрезвычайно непрочны, обычно они встречаются в целинных почвах и при первой же вспашке разрушаются.

Причины, вызывающие разрушение агрономически ценной почвенной структуры, разнообразны, но по своему характеру могут быть объединены в три группы: 1) механические, 2) физико-химические и 3) биологические.

Механическое разрушение структуры, преимущественно в самых поверхностных слоях почвы, вызывается атмосферными осадками, пахотой сильно влажной почвы, когда она не крошится, а мажется, заливает, обработкой пересохшей почвы и т. д.

Вторая группа факторов распыления почв носит физико-химический характер. Большое значение в этом отношении имеют атмосферные осадки, особенно в областях с влажным климатом. Выпадая на землю и просачиваясь в почву, они частично растворяют и увлекают в нижние горизонты кальциевые соли, обедняя тем самым верхние слои почвы одним из сильнейших коагуляторов. При этом поглощенный кальций заменяется водородом, а периодически и аммонием. Потеря почвой кальция приводит в той или иной степени к ослаблению возможности ее оструктуривания.

К биологическим причинам распыления почвы относится отчасти и деятельность микроорганизмов, под влиянием которых идет минерализация органического вещества, особенно энергичная при развитии аэробных процессов. Процессам минерализации подвергается и перегной, являющийся основным цементирующим веществом в образовании почвенной структуры. В результате минерализации органического вещества почва обедняется перегноем и постепенно утрачивает прочность структурных агрегатов.

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ АГРОНОМИЧЕСКИ ЦЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Агрономически ценная структура имеет положительное производственное значение на глинистых и суглинистых почвах.

Структурное состояние связной почвы обеспечивает благоприятный водный и воздушный, а следовательно, и тепловой, биологический и питательный режимы, т. е. создает лучшие условия почвенного плодородия.

Структурная связная почва в отличие от бесструктурной лучше усваивает и сохраняет атмосферную влагу, необходимую для жизни растений.

Бесструктурные связные почвы при выпадении осадков способны к заплыванию и образованию корки, отрицательным образом влияющей как на развитие растения, так и на почво-образовательный процесс; структурные же почвы не заплывают.

В структурной почве больше пор, что в значительной степени облегчает развитие корневой системы растений. На структурной почве требуется меньше затрат труда на ее обработку сельскохозяйственными орудиями.

Вместе с тем, будучи более пористыми, структурные почвы лучше впитывают влагу, в меньшей степени подвержены смыву и размыву, чем почвы бесструктурные. Последние же, отличаясь плохой водопроницаемостью, под влиянием атмосферных осадков систематически смываются и размываются, особенно в районах с волнистым и холмистым рельефом, теряя наиболее важные, необходимые для питания растений элементы.

В условиях структурных почв делювиальные токи воды ослабляются, а в связи с этим уменьшается и развитие оврагов, причиняющих большой вред сельскому хозяйству. Ослабляется и выдувание почв.

Из сказанного, однако, вовсе не вытекает, что все слабо-структурные и бесструктурные почвы следует рассматривать как почвы, непригодные для земледелия или малоплодородные.

Раньше считали, что только структурные почвы могут обеспечить высокий урожай. Однако при высоком уровне агротехники на любых почвах получают большие урожаи сельскохозяйственных растений. Сущность же вопроса заключается в том, что на связных структурных почвах достигается несколько более высокая эффективность агротехнических мероприятий.

Поэтому совершенно недопустимо переоценивать, фетишизировать почвенную структуру, как это делал В. Р. Вильямс, утверждавший, что структура — это главное, основное условие плодородия почвы, что урожай всецело зависит только от почвенной структуры. Такого рода ни на чем не основанное утверждение В. Р. Вильямса является полностью несостоятельным как в теоретическом, так и производственном отношении.

ПУТИ СОЗДАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ

В деле улучшения и сохранения от разрушения агрономически ценной водопроходной структуры практика земледелия располагает рядом различных агротехнических средств. Наиболее существенным из них является систематическое и в достаточном количестве обогащение почв органическими веществами. Органические удобрения при своевременном и правильном их вне-

сени образуют в почве новые количества перегноя, участвующего в структурообразовании.

В областях, почвы которых обеднены солями кальция, например в дерново-подзолистой зоне, существенным мероприятием по созданию прочной почвенной структуры является известкование.

В областях, где распространены солонцовые почвы, важное значение имеет гипсование.

Но в практике существенным является не только создание агрономически ценной водопрочной почвенной структуры, но и рациональное ее использование в целях предохранения от разрушения.

Важнейшими мероприятиями, обуславливающими сохранение почвенной структуры от разрушения, являются: 1) рациональная система обработки почв с учетом их свойств и особенностей; 2) своевременная обработка, т. е. обработка физически спелых почв, когда они не мажутся и не дают глыб; 3) систематическое применение в достаточном количестве органических и минеральных удобрений, обеспечивающих получение высоких урожаев, а вместе с тем и улучшение почвенной структуры.

В последнее время в практике сельского хозяйства начинают находить применение высокомолекулярные вещества для создания искусственной структуры почвы. Из структурообразующих полимеров в нашей стране используют полиакриламид, сополимер VIII (60% метакриловой кислоты и 40% метакриламида) и гидролизанный полиакрилонитрил. За границей некоторые фирмы выпускают несколько десятков структурообразующих полимеров (Г. Л. Масленкова).

Структурообразующие полимеры обладают некоторыми общими свойствами: все они при определенных условиях растворимы в воде, имеют, как правило, функциональные группы (гидроксильные, карбоксильные, амидные, нитритные, фенильные и др.) и в большей или меньшей степени оструктурируют почвы. Среди этих полимеров различают поликатионы, полианионы и нейтральные полимеры; большинство из применяемых полимеров — полианионы.

Проведенные опыты показывают, что структурообразующие полимеры не обладают одинаковой способностью к созданию водопрочной макроструктуры и что один и тот же полимер ведет себя по-разному в различных почвах.

Процесс взаимодействия полимеров с почвенными частицами сопровождается коагуляцией, адсорбцией, образованием водородных связей, в результате чего возникает водопрочная структура.

По исследованиям Г. Л. Масленковой, оптимальными структурообразующими свойствами обладает полиакриламид со степенью гидролиза 30%.

ГЛАВА VII

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

В тесной и непосредственной связи с характером механического и структурного состава почв находятся их физические свойства, определяющие водный, воздушный и тепловой режимы, а вместе с тем в известной мере почвенные условия питания и развития растений.

Почва, как уже отмечалось выше, находится в постоянном развитии. В ней непрерывно происходят сложные и многообразные физико-химические и биологические процессы. Поэтому и физические свойства, присущие той или иной почве, не остаются постоянными, а всегда изменяются как под действием природных условий, так и под влиянием агротехники.

Физические свойства почв оказывают самое непосредственное влияние на жизнь и развитие растений. Поэтому правильное регулирование физических свойств почв в полеводстве составляет одну из важнейших задач в деле получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

К категории общих физических свойств почвы относятся объемный вес, удельный вес и пористость, или скважность.

Объемный и удельный вес почвы. Всякая почва как природное тело характеризуется определенным объемным и удельным весом.

Под **объемным весом почвы** надо понимать вес абсолютно сухой почвы в единице объема ненарушенного сложения (т. е. с почвенными порами).

Объемный вес почвы зависит от характера слагающих почву минералов, от содержания перегноя, структуры и от порозности. Чем богаче почва перегноем и чем лучше выражена в ней структура, а следовательно, и порозность, тем меньше ее объемный вес и наоборот; бесструктурные почвы, с малым содержанием перегноя и слабо выраженной порозностью, обладают большим объемным весом. Помимо объемного веса, отличаются еще удельный вес твердой фазы почвы. Удельным весом твер-

дой фазы почвы называют вес абсолютно сухих почвенных частиц при сплошном заполнении ими (без пор) единицы объема. Удельный вес твердой фазы почвы зависит от ее состава: чем больше почва содержит органических веществ (удельный вес перегноя 1,40—1,80), тем меньше ее удельный вес и наоборот. В значительной мере удельный вес твердой фазы почвы зависит также от минералов, слагающих почву, поскольку минералы в природе отличаются большим разнообразием и удельные веса их далеко не одинаковы. Так, монтмориллонит имеет удельный вес 2—2,20, доломит 2,8—2,99, а лимонит 3,50—4,0 и т. д.

Об объемном и удельном весе различных почв наглядное представление дает табл. 12.

Таблица 12

Объемный и удельный вес различных почв

Почва	Объем- ный вес почвы	Удельный вес твер- дой фазы почвы
Подзолистая грубозернистая песчаная . . .	1,80	2,65
Подзолистая тонкозернистая песчаная . . .	1,66	2,63
Подзолистая суглинистая	1,24	2,50
Чернозем мощный с 10% перегноя	1,04	2,37
Торфяная пахотная	0,24	1,60

Таким образом, объемный и удельный вес почвы может служить в известной мере признаком, указывающим на содержание в ней органического вещества, на ее структурность и порозность. Зная объемный вес почвы, можно вычислить вес пахотного слоя почвы на любой площади.

Порозность, или скважность, почвы. Механические и структурные элементы, входящие в состав той или иной почвы, прилегают один к другому не всеми своими плоскостями, а лишь отдельными точками или гранями, вследствие чего сама почва приобретает характер пористого тела, пронизанного во всех направлениях целой системой полостей или скважин. Общий объем всех пор и промежутков между почвенными частичками в определенном объеме почвы называется скважностью, или порозностью, почвы.

Большое влияние на скважность оказывает прежде всего структурное строение почвы; чем структурнее почва, тем больше общая порозность, ибо, помимо заключенных в комках пор, эти почвы имеют промежутки, находящиеся между структурными отдельностями.

Данными многих исследований в этом направлении доказано, что скважность структурных почв превышает скважность

почв бесструктурных примерно в 1,5 раза. Всякое разрушение структуры, могущее произойти в результате воздействия на почву природных факторов или вследствие плохой обработки почвы, неизбежно ведет за собой уменьшение общей порозности почвы.

Общая скважность у структурных почв колеблется от 55 до 65%, достигая иногда 70% от определенного объема почвы (табл. 13).

Порозность в значительной степени зависит от механического состава: чем мельче механический состав почвы, тем выше порозность. Хотя крупные частицы механического состава образуют крупные поры, но общий их объем всегда меньше, чем объем суммы многочисленных пор, образуемых мелкими частицами почвы.

При любом рыхлении почвы порозность увеличивается, при уплотнении — уменьшается. Скважность почвы заметно изменяется в зависимости от глубины почвенного слоя; в верхних слоях порозность больше, в нижних — меньше.

Таблица 13

**Общие физические свойства почв (в процентах от
общего объема почвы)
(по Н. А. Качинскому)**

Тип почвы	Горизонт и глубина (см)	Объемный вес	Удельный вес	Скважность
Среднеподзоли- стая почва (Мо- сковская область)	A 0—12	1,33	2,61	49,04
	A ₁ 12—20	1,35	2,60	48,08
	A ₂ 20—32	1,39	2,65	47,55
	B ₁ 32—55	1,56	2,68	41,79
	B ₂ 55—85	1,72	2,72	36,76
	B ₃ 85—110	1,78	2,70	34,10
Выщелоченный чернозем (степь, Курская область)	A 0—4	0,90	2,49	63,86
	A ₁ 10—14	0,99	2,55	61,17
	A ₂ 40—44	1,06	2,57	58,75
	B ₁ 55—59	1,08	2,63	58,93
	B ₂ 80—84	1,10	2,61	57,85
	B ₃ 110—114	1,14	2,68	57,46

Объясняется это большим содержанием гумуса и лучшей структурой верхних горизонтов, большим воздействием на верхние слои почвы корней растений и роющих животных, а также отчасти меньшим давлением вышележащих слоев.

Размеры промежутков, или пор, в совокупности образующих общую скважность почвы, сильно варьируют, начиная от тончайших, так называемых капилляров, и кончая более крупными, которые свойствами капилляров не обладают.

В связи с этим, помимо общей скважности, различают еще капиллярную и некапиллярную скважность почвы.

Во всякой почве имеют место оба вида скважности, причем в зависимости от механического и структурного состава почвы в одном случае будет преобладать капиллярная, в другом случае — некапиллярная порозность.

Капиллярная скважность обуславливается главным образом наличием в почве глинистых частичек, некапиллярная же — песчанистым составом либо структурным строением почвы. Каждый вид скважности имеет различное значение в почвообразовательных процессах: капиллярные поры, будучи почти всегда заняты водой, затрудняют свободный доступ воздуха в почву, тормозят продвижение атмосферной влаги из верхних горизонтов почвы в нижние, создают известное сопротивление росту корней растений и т. д., наличие же некапиллярной скважности устраняет эти нежелательные явления, создавая тем самым благоприятные условия как для почвенных процессов, так и для развития растений.

Оптимальным соотношением этих двух видов порозности, как показывают данные опыта, будет такое, когда на долю некапиллярной приходится больше половины общей скважности, т. е. когда некапиллярная скважность преобладает в почве.

Такого рода соотношение некапиллярной и капиллярной скважности достигается в практике земледелия путем создания прочной почвенной структуры и рациональной механической обработки почвы.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

К категории физико-механических свойств почвы относятся связность (когезия), пластичность и липкость, или прилипание (адгезия), набухание и усадка почвы.

Связность (когезия) почвы. Под связностью почвы понимается способность почвы сопротивляться силам, стремящимся механически разъединить частички почвы, или, что то же самое, сопротивление почвы, которое она оказывает разрыву, сдавливанию и расклиниванию ее частичек.

Связность обуславливается силами когезии, или взаимного сцепления между почвенными частицами. Это свойство, имеющее непосредственное влияние на развитие корневой системы растений и на механическую обработку почвы сельскохозяйственными орудиями, у различных почв выражено неодинаково и зависит от многих причин.

Связность почвы прежде всего зависит от характера механического состава: чем больше в почве содержится глинистых частичек, тем выше связность, и, наоборот, связность умень-

шается у почв крупноземистых. Связность почв в известной мере зависит и от степени их влажности: например, глинистые почвы обладают наибольшей связностью в сухом состоянии, песчаные, наоборот, приобретают некоторую связность в увлажненном состоянии благодаря склеивающей способности находящейся между песчаными частичками воды.

Существенное влияние на связность почвы оказывают органические вещества, при этом наличие перегноя в тяжелых суглинистых и глинистых почвах уменьшает их связность, в легких же песчаных — усиливает.

Большое влияние на повышение связности почвы оказывает поглощенный катион натрия, особенно на почвах, бедных перегноем. Поэтому солонцовые почвы, в поглощающем комплексе которых содержится поглощенный натрий, всегда отличаются сильно выраженной связностью. Структурное состояние придает почве рыхлость, уменьшает ее связность и тем самым значительно облегчает ее обработку.

Пластичность и прилипание (адгезия) почвы. Под пластичностью почвы понимается способность почвы лепиться во влажном состоянии и сохранять приданную ей форму. Пластичность почвы обуславливается различными причинами, главным образом присутствием в почве коллоидов. Чем больше содержится в той или иной почве коллоидов, тем лучше выражена в ней пластичность. Из этого становится понятным, что глинистые и суглинистые почвы обладают несравненно большей пластичностью, чем почвы песчаные и супесчаные. Пластичность проявляют только лишь частички мельче 0,002 мм в диаметре.

В непосредственной связи с пластичностью находится и липкость, или прилипание (адгезия), почвы.

В основе прилипания лежат адгезионные силы взаимного притяжения молекул на соприкасающихся поверхностях (силы Ван-дер-Ваальса).

Степень прилипания почвы зависит преимущественно от механического состава.

Чем более глиниста почва, тем сильнее выражена в ней липкость. Поэтому глинистые и суглинистые почвы отличаются во много раз большей липкостью, чем почвы песчаные и супесчаные. Липкость возрастает от насыщения почвы натрием.

На прилипание почв оказывает влияние и степень их влажности. Прилипание почв повышается по мере их увлажнения примерно до 90% от полного насыщения водой, а затем начинает уменьшаться.

Само собой понятно, что прилипание почвы самым прямым образом влияет на качество обработки и удельное сопротивление почвы. Так, чем сильнее прилипание почвы, тем больше затрачивается силы при работе сельскохозяйственных орудий.

Исходя из этого, обработку надо производить при таком состоянии влажности, когда почва хорошо рыхлится, не мажется, не прилипает к орудиям обработки, т. е. находится в состоянии физической спелости.

Величина липкости измеряется нагрузкой, необходимой для отрыва почвы или грунта от поверхности прилипания, и выражается в граммах на 1 см².

Набухание почвы. Это — способность почвы изменяться в объеме под влиянием различных факторов, главным образом увлажнения и замерзания. Значительное влияние на набухание оказывают поглощенные катионы Na. Большое значение в этом отношении имеют почвенные коллоиды, особенно органические (перегной), способные резко увеличиваться в объеме при смачивании и уменьшаться при высыхании. Поэтому песчаные почвы с ничтожным содержанием коллоидной части не набухают; почвы же мелкоземистые — глинистые и суглинистые — способны к набуханию и выпучиванию в значительной степени.

При изменении объема почвы, связанного с набуханием и выпучиванием, возникает ряд явлений, не безразличных для растений. Поверхность почв при этом трескается, трещины же способствуют потере влаги и высыханию почвы. В процессе растрескивания возможны разрывы корней. В наибольшей степени сказывается такого рода явление на бесструктурных тяжелых глинистых, бедных перегноем почвах и затем на солонцах.

Выпучивание проявляется и при замерзании почвы вследствие образования из воды ледяных кристаллов. Нередко такое набухание сопровождается выпиранием узла кушения хлебов и обрыванием их корневой системы. Такого рода явление хорошо известно в практике полеводства.

В то же время имеются наблюдения, показывающие, что на почвах структурных явления гибели озимых хлебов от выпирания узлов кушения происходят реже.

Набухание измеряют по величине изменения объема почвенной массы, по изменению влажности набухших образцов или же по величине давления набухающего образца.

Обратный процесс уменьшения объема почвы при ее высыхании называется *усадкой*.

Величина усадки зависит главным образом от степени увлажненности почвы, от содержания в ней дисперсных частиц, от состава обменных катионов и чаще всего наблюдается на бесструктурных почвах, насыщенных катионами натрия.

ВОДНЫЕ СВОЙСТВА И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

Значение воды в почве. Значение воды в почве огромно. Вода является не только сильнейшим фактором выветривания горных пород и важнейшим условием биохимических процессов почво-

образования, но и необходимым условием питания и развития растений.

Отсутствие или недостаток влаги в почве в такой же степени губительно отражается на состоянии культурных растений, как и недостаток элементов пищи. Поэтому создание благоприятного водного режима в почве составляет одну из важнейших задач агротехники.

На образование одной весовой части органического вещества растение в среднем расходует около 400 частей воды. Количество воды, расходуемое растением на образование единицы сухого вещества за вегетационный период, называется транспирационным коэффициентом. Транспирационный коэффициент для различных растений неодинаков:

Пшеница	1530—235	Горчица	1658—269
Рожь	724—377	Лен	1093—787
Ячмень	676—258	Картофель	448—281
Овес	665—401	Гречиха	646—371
Просо	447—275	Кукуруза	369—233
Горох	1658—235	Свекла	2083—227
Рапс	912—337	Люцерна	1354—520

Приведенные данные показывают, что транспирационные коэффициенты не являются постоянными величинами. Они довольно изменчивы и зависят как от климатических и почвенных условий, так и от особенностей самого растения.

Но тем не менее по транспирационному коэффициенту, хотя и приближенно, можно судить о том количестве воды, которое расходуется с площади 1 га одним урожаем культурных растений.

Формы воды в почве. Вода в почве может находиться в различных состояниях, имеющих неодинаковое значение для питания и развития растений.

На основании исследований А. Ф. Лебедева, А. А. Роде и С. И. Долгова в настоящее время различают следующие формы воды в почве: 1) химически связанная и кристаллизационная вода; 2) сорбированная (прочно связанная); 3) парообразная; 4) свободная: твердая (лед) при отрицательных температурах и жидкая — при положительных температурах.

Химически связанная вода. Эта вода входит в состав гидратированных веществ, слагающих почвенную массу, например $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, каолинит и многие другие вторичные минералы. Различают конституционную и кристаллизационную воду. Конституционная вода является составной частью минералов и может быть удалена путем нагревания при очень высокой температуре, значительно превышающей 150—200°. Кристаллизационная вода входит в структуру таких минералов, как гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), мирабилит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и

другие, и выделяется нагреванием при относительно низких температурах.

Химически связанная вода не принимает непосредственного участия в физических процессах, протекающих в почве, и растениям абсолютно недоступна.

Сорбированная вода. Вода, удерживаемая в почве на поверхности коллоидных частиц силами адсорбционного притяжения, называется сорбированной. Различают прочно связанную (адсорбированную) и рыхло связанную воду.

Адсорбированная, или гигроскопическая, влага образует вокруг почвенных частиц тончайшую пленку ориентированных дипольных молекул и удерживается с большой прочностью. Количество гигроскопической влаги в почве находится в прямой зависимости как от механического состава почвы, так и от состояния температуры и влажности воздуха. Чем богаче почва илистой фракцией и перегнойными веществами, тем больше содержится гигроскопической влаги, а также чем влажнее воздух, тем больше влаги адсорбируется почвой.

Максимальное количество гигроскопической влаги, которое почва может поглотить из воздуха, практически насыщенного парами воды, называется максимальной гигроскопичностью почвы.

Гигроскопическая влага удерживается на поверхности почвенных частиц с большой силой, и отделить ее от них можно лишь путем продолжительного нагревания почвы при температуре 105°.

Находясь всецело под влиянием сил молекулярного притяжения со стороны отдельных почвенных частичек, гигроскопическая влага не подчинена силе тяжести, а поэтому и неспособна к свободному передвижению в почве. Передвижение гигроскопической влаги в почве возможно лишь в случае перехода ее в парообразное состояние под воздействием температуры.

Будучи как бы припаянной и прочно удерживаемой на поверхности почвенных частичек, гигроскопическая влага для растений является практически недоступной.

Поверх водного слоя, образуемого гигроскопической влагой, в почве способны нарастать и новые тончайшие водные слои, также удерживаемые силами молекулярного притяжения почвенных частичек. Нарастание новых водных слоев имеет предел и длится до тех пор, пока сказывается действие адсорбционных сил твердых почвенных частичек. Эта почвенная влага, расположенная несколькими одномолекулярными слоями сверх гигроскопической влаги и удерживаемая силами молекулярного притяжения почвенных частичек, носит название рыхло связанной, или пленочной, воды.

Пленочная влага в зависимости от расстояния пленки от почвенной частички удерживается с разной силой почвенными

частичками. Она практически не подвержена земному притяжению, но тем не менее в отличие от гигроскопической влаги способна в силу осмоса и термоосмоса передвигаться в почве. Эта влага переходит от частичек с более мощной пленкой к частичкам, обладающим меньшим слоем пленок или совсем их не имеющим, от участков более теплых к участкам более холодным.

Пленочная влага в свете новейших данных является частично доступной для растений.

Парообразная вода. Влага в почве может находиться в виде парообразной воды, проникающей в верхние слои почвы вместе с воздухом или же образующейся в почвенных промежутках в результате испарения как капельножидкой влаги, находящейся между почвенными частичками и агрегатами, так и пленочной воды.

Парообразная влага в почве свободно передвигается от мест с большей упругостью пара к местам с меньшей его упругостью (при условии одной и той же температуры во всех слоях почвы) и из слоев с большей температурой в участки с меньшей температурой.

Сгущение водяных паров в почве в условиях низкой температуры приводит к образованию так называемой подземной росы, или капельножидкой влаги. В этом смысле парообразную влагу воздуха можно считать одним из источников накопления влаги в почве, но источник этот, однако, чрезвычайно скудный и ненадежный. Поэтому практическое значение этого вида почвенной влаги в земледелии ничтожно.

Свободная вода. Свободная вода в почве может находиться в виде льда и в жидком состоянии. Большое значение в процессе питания растений имеет жидкая вода. Свободная вода в почве подразделяется на капиллярную и гравитационную.

Капиллярная вода заполняет собой тончайшие почвенные поры и под влиянием менисковых сил передвигается в почве по самым различным направлениям.

Подчиняясь одновременно силе тяжести, капиллярное поднятие воды вверх имеет предел и продолжается до тех пор, пока тяжесть поднимающихся по трубчатым каналам столбиков воды не уравновесится силами смачивания стенок капилляра.

Высота капиллярного поднятия у различных почв неодинакова и зависит от величины капилляра. Так, например, по данным некоторых лабораторных исследований, в песчаных почвах капиллярное поднятие достигало 30—60 см, в лёссовидных суглинках — 3—4 м; иногда же, как показывают наблюдения в природной обстановке, капиллярное поднятие влаги в суглинистых грунтах может достигать 6—7 м.

Капиллярная вода в почвах может быть подразделена на ряд частных видов, характеризующихся различной подвижностью и количеством.

Капиллярно-подпертая вода, когда капиллярная система почвы заполнена водой, поднимающейся от зеркала грунтовых вод; величина ее обычно возрастает по мере приближения к зеркалу грунтовых вод в связи с включением в число капилляров, заполненных водой — капилляров, имеющих больший диаметр; почвенный слой, в котором распространяется капиллярно-подпертая вода, носит название капиллярной каймы, и мощность ее всецело зависит от водоподъемной способности почвы.

Капиллярно-подвешенная вода, когда капиллярная вода удерживается увлажненной с поверхности почвой, профиль которой не испытывает грунтового увлажнения; подвешенная в капиллярах влага, когда она поступила с поверхности и не соединилась с грунтовой водой, удерживается разностью поверхностных давлений между нижним и верхним менисками.

Стыковая вода, располагающаяся лишь в углах стыка отдельных механических частиц; отличается неподвижностью.

Капиллярная влага полностью доступна растениям и является основным запасом полезной воды в почве.

Гравитационная вода. Если почву, в которой все капиллярные поры заполнены влагой, увлажнять, то при этом будут заполняться некапиллярные промежутки и вода начнет свободно передвигаться в почве, подчиняясь силе тяжести. Такая влага носит название гравитационной.

Гравитационная влага передвигается в почвенной толще из верхних слоев вниз. Поэтому она может находиться в верхних слоях почвы главным образом лишь в период выпадения дождей или при орошении. Стекая вниз, гравитационная вода насыщает нижние почвенные слои, являясь в то же время источником, питающим грунтовые воды. Причиной длительного нахождения в верхних слоях почвы гравитационной влаги может быть либо плохая водопроницаемость нижних слоев почвы, либо близкое к поверхности стояние почвенно-грунтовых вод.

Гравитационная влага вполне доступна для растений, но длительное наличие ее в почве приносит им вред, так как растения при этом могут испытывать недостаток воздуха и пищи.

Водные свойства почвы. Различные почвы обладают разными водными свойствами: одни из них хорошо впитывают и хорошо удерживают воду, другие быстро впитывают, но неспособны длительно удерживать, третьи — и плохо впитывают, и скоро теряют.

Таким образом, «судьба» и значение одного и того же количества воды, попавшей в разные почвы, в каждом конкретном случае будут различными. Совокупность признаков, характеризующих отношение почвы к воде, составляет понятие водные свойства почвы.

Главнейшими из водных свойств почвы являются следующие: водопроницаемость, водоподъемная способность, или капиллярность, влагоемкость и испаряющая способность почвы.

Водопроницаемость почвы. Водопроницаемостью почвы называется способность почвы проводить воду из верхних ее горизонтов в нижние.

Процесс поступления в почву свободной воды складывается из трех явлений: 1) впитывания воды почвой, 2) промачивания почвы и 3) фильтрации.

Впитывание воды в почву осуществляется сорбционными и капиллярными силами, промачивание — капиллярными, фильтрация — гравитационными силами.

Водопроницаемость почвы определяется или временем, за которое вода проходит через определенный слой почвы, или количеством воды, просачивающейся через данный слой почвы в единицу времени.

В зависимости от скорости впитывания различают почвы хорошо водопроницаемые — при скорости впитывания 150 мм за первый час, средне водопроницаемые — при скорости впитывания 50—150 мм за первый час и слабо водопроницаемые — при скорости впитывания меньше 50 мм за первый час (С. В. Астапов).

По величине коэффициента фильтрации почвы и грунты разделяются на 3 группы (В. П. Саваренский): водопроницаемые — с коэффициентом фильтрации 1 м за сутки, полуводопроницаемые — с коэффициентом фильтрации от 1 до 0,001 м за сутки, непроницаемые (водоупорные) — с коэффициентом фильтрации $< 0,001$ м за сутки.

Водопроницаемость зависит от механического состава почвы, наличия перегнойных веществ и структурности.

Чем тяжелее по механическому составу почва, чем больше содержится в ней глинистых частичек и чем мельче, следовательно, ее поры, тем слабее водопроницаемость и наоборот. Наилучшей фильтрующей способностью обладают песчаные почвы, наихудшей — глинистые. В глинистых почвах, отличающихся весьма мелкой пористостью, просачивание воды настолько затруднено, что скорость фильтрации иногда сводится к нулю, так как почва практически не проницаема для воды.

Большое влияние на скорость фильтрации оказывает структурность почвы: водопроницаемость почв структурных лучше, чем бесструктурных.

Существенную роль в этом отношении играет наличие перегной в почве, причем значение его неодинаково в почвах с различным механическим составом. Так, например, в почвах песчаных, отличающихся хорошей фильтрующей способностью, внесение органических веществ уменьшает водопроницаемость. Это объясняется, во-первых, тем, что перегной обладает хорошей

влагоемкостью, а во-вторых, тем, что он способен склеивать почвенные частички и заполнять собой промежутки между ними.

Наоборот, в почвах тяжелых, глинистых, характеризующихся плохой фильтрационной способностью или даже полной водонепроницаемостью, наличие перегноя повышает водопроницаемость благодаря агрегированию почвенных частиц.

Наконец, большое влияние на водопроницаемость имеет степень уплотненности почвы; чем рыхлее почва, тем лучше она пропускает воду, и, наоборот, по мере уплотнения почвы ее водопроницаемость ухуждается.

Водоподъемная способность почвы. Водоподъемной способностью, или капиллярностью, называется способность почв медленно втягивать в себя воду по капиллярным промежуткам под действием менисковых сил, т. е. сил сцепления воды с почвенными частицами.

Это свойство почв имеет большое значение для обеспечения растений водой из нижних слоев почвы.

Высота капиллярного поднятия и скорость поднятия воды в капиллярных порах зависят от их ширины: чем меньше диаметр, тем выше поднятие, и, наоборот, чем крупнее диаметр, тем ниже поднятие, хотя в последнем случае оно происходит с большей скоростью.

Однако уменьшение величины механических элементов, а следовательно, и уменьшение диаметра промежутков между ними влияют на высоту поднятия капиллярной влаги только до известного предела. При наличии в почве весьма мелких пор капиллярное поднятие может и совсем прекратиться. Это объясняется тем, что уменьшение размера капилляров увеличивает трение между водой и стенками промежутков, которое и служит причиной замедления капиллярного движения в глинистых почвах.

Помимо механического состава, существенное влияние на водоподъемность почвы оказывает и ее структурный состав: почва с разрушенной, распыленной структурой обладает лучшей капиллярной способностью, чем почва структурная.

Некоторое влияние на капиллярное движение воды в почве оказывают температура и влажность почвы; повышение температуры ускоряет продвижение воды по капиллярам, но предельная высота поднятия влаги при этом снижается.

В увлажненной почве капиллярное поднятие воды облегчается, в иссушенной — затрудняется, в сильно иссушенной почве может совсем прекратиться.

Этим объясняется, например, тот общеизвестный факт, что даже большой дождь, выпавший на иссушенную зноем землю, вначале медленно просачивается в почву.

Большое значение в этом отношении имеет уплотненность почвы: чем больше уплотнена почва, тем сильнее в ней прояв-

ляются капиллярные свойства, тем выше может подниматься в ней влага.

Влагоемкость почвы. Способность почвы вмещать и удерживать в себе то или иное количество воды называется водоудерживающей способностью, а количество воды, которое почва способна удержать в себе, именуется влагоемкостью.

Различают следующие виды влагоемкости: максимальную гигроскопическую, капиллярную, полную и полевую.

Максимальная гигроскопическая влагоемкость представляет собой то наибольшее количество влаги, которое сухая почва может поглотить из воздуха, почти полностью насыщенного парами (с относительной влажностью 94%).

Максимальная гигроскопическая влагоемкость соответствует максимальному насыщению почвы гигроскопической водой.

Капиллярная влагоемкость почвы представляет собой наибольшее количество влаги, насыщающей капилляры при близком залегании зеркала грунтовых вод, т. е. в условиях подпертой капиллярной воды.

Полная влагоемкость почвы, или наибольшая влагоемкость — то наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве или грунте при полном насыщении всех пор водой. Эта степень увлажнения соответствует состоянию полного насыщения почвы водой в условиях затрудненного или полного отсутствия оттока. Полная влагоемкость характеризует максимальную водовместимость почвы.

Полевая влагоемкость — максимальное количество воды, которое почва в естественном залегании в полевых условиях способна удержать после стекания гравитационной влаги при промачивании сверху и устранении испарения, когда грунтовая вода стоит глубоко.

Величина влагоемкости любой почвы зависит главным образом от механического ее состава и количества перегнойных веществ. Влагоемкость почв глинистых и суглинистых выше, чем почв супесчаных и песчаных; при одном и том же механическом составе более богатые перегноем почвы обладают и большей влагоемкостью.

Всякая почва в зависимости от свойств и особенностей может удержать в своем профиле строго определенное количество воды.

Влажность устойчивого завядания растений. Нормальное развитие растений может идти при определенной степени влажности почвы. При низкой влажности растения увядают и рост их прекращается.

Опытами установлено, что устойчивое завядание растений происходит при количестве воды в почве, равном приблизительно 1,5 максимальной гигроскопичности. То количество воды в почве, при котором начинается устойчивое завядание растений

вследствие недостатка ее в усвояемой форме, носит название коэффициента увядания. Очень часто это количество воды в почве называют влажностью завядания, критической влажностью, или мертвым запасом, имея в виду, что эта вода не может быть использована растениями.

Коэффициент увядания не является постоянной и неизменной величиной. Помимо природы почв, он в значительной степени зависит от состояния влажности воздуха, природы и фазы развития растений и поэтому подвержен значительным колебаниям.

Установлено, что чем выше осмотическое давление в клеточном соке растений, тем ниже для них будет коэффициент завядания.

Оптимальной влажностью для большинства культурных растений условно принято считать влажность, приблизительно равную 50% полной влагоемкости данной почвы. А так как влагоемкость различных почв неодинакова, то и абсолютное количество воды, необходимое для создания оптимальной влажности той или иной почвы, в каждом конкретном случае будет различным. Для оптимального увлажнения, например, суглинистых почв потребуется значительно больше воды, чем для почв песчаных, обладающих малой влагоемкостью.

Кроме того, и сами растения по-разному относятся к влажности почвы: одни из них могут лучше развиваться при более высокой влажности, другие — при более низкой.

Для большинства зерновых культур оптимальной является влажность, равная 30—50% полной влагоемкости почвы, для зерновых, бобовых 50—60, для технических растений и корнеплодов 60—70, для луговых трав 80—90%.

Испаряющая способность почвы. Значительная часть воды, тем или иным путем попавшей в почву, теряется через испарение.

На величину испарения влияют как внутренние свойства почвы, так и некоторые внешние условия.

На скорость испарения воды влияет прежде всего механический и структурный состав почвы. Почвы связные, обладающие хорошей капиллярностью, испаряют воды больше, чем почвы крупноземистые, например песчаные.

Почвы структурные в значительно меньшей степени теряют влагу, чем бесструктурные: наличие некапиллярных промежутков между отдельными комочками ослабляет водоподъемную способность в них. Наоборот, почвам бесструктурным, в которых капиллярные поры преобладают над некапиллярными, в силу чего создается хорошая подача влаги снизу вверх, свойственная большая потеря воды через испарение. Кроме того, почвы бесструктурные способны при выпадении атмосферных осадков заплывать, образуя на поверхности корку. Почвенная корка, обладающая тонкопористым строением, еще больше усиливает испарение.

Большое влияние на величину потери воды через испарение оказывает степень уплотненности почвы: чем сильнее уплотнена почва, тем быстрее она испаряет, и, наоборот, чем рыхлее почва, тем меньше потеря влаги.

Значительное влияние на испарение влаги почвой оказывают ветер, температура и степень влажности воздуха: чем суше воздух и выше температура, тем сильнее испарение. Увеличение влажности воздуха и отсутствие ветра уменьшают потерю влаги почвой. Этим объясняется тот факт, например, что в лесу, где почвенный покров защищен от ветров и где воздух более насыщен парами, испарение влаги верхними слоями почвы значительно ниже, чем на открытой местности.

На величину испарения влияет также положение, или экспозиция, данного участка: с южных склонов влага сильнее испаряется, чем с северных.

Расход воды из почвы через испарение в известной мере зависит и от формы поверхности. Так, при волнистом или бугристом рельефе испарение будет сильнее, чем при равнинном. Большое влияние на уменьшение испарения оказывает наличие на поверхности почвы различного рода мертвого и живого покрова — опавшей листвы в лесу, травы в степи и т. д. На этом основывается так называемое **мульчирование** в земледелии, сущность которого заключается в том, что междурядья той или иной культуры покрывают мульчей (торфяным порошком, опилками и др.), т. е. материалом, задерживающим испарение влаги из почвы.

Очень много почвенной влаги испаряется с поверхности сорных растений. Поэтому систематическое очищение полей от сорняков является важным мероприятием в деле сбережения влаги в почве и получения высокого урожая.

Водный режим почвы и его регулирование в сельском хозяйстве. Водный баланс в почве, по Г. Н. Высоцкому, складывается из следующих элементов.

Приход: атмосферные осадки, конденсация почвой парообразной влаги, принос снега со стороны ветром, приток поверхностной воды, внутренний приток грунтовых вод.

Расход: смачивание водой осадков наземных предметов (древесных крон, стволов, травянистой растительности), снос, сдувание снега ветром, сток воды с поверхности почвы (поверхностный сток), испарение воды почвой, высасывание (десукия) воды корнями растений на транспирацию, внутренний сток воды (внутрипочвенный, грунтовой).

В зависимости от почвенных и климатических условий водный режим различных почв складывается по-разному. Сопоставляя годовые суммы осадков и годовые величины испаряемости, Г. Н. Высоцкий дал следующие приближенные величины отношений этих двух показателей для разных природных зон: лесо-

луговой — 1,33, лесостепной — 1,0, степной черноземной — 0,67, зоны сухих степей — 0,33. В соответствии с этим Г. Н. Высоцкий установил 3 основных типа водного режима: промывной (пермацидный), непромывной (импермацидный) и выпотной (эксудационный).

Промывной тип водного режима характерен главным образом для почв лесо-луговой зоны, залегающих в условиях преобладания атмосферных осадков над их расходом из почвы и ежегодного промачивания всей почвенной толщи до грунтовых вод.

Водный режим непромывного типа присущ преимущественно лесостепным и степным почвам, где количество осадков примерно равно расходу влаги из почвы.

Для водного режима выпотного типа характерно преобладание расхода влаги над количеством атмосферных осадков. Такого рода водный режим имеет место в сухих и пустынных степях при неглубоком уровне грунтовых вод.

Почвы с водным режимом выпотного типа обычно постоянно бывают в пределах капиллярной каймы грунтовых вод, и влага в них находится в капиллярно подпертой форме. Чем меньше глубина залегания грунтовых вод, тем больше испарение и накопление воднорастворимых солей в почве.

Кроме того, в природе еще имеет место водозастойный тип водного режима, приуроченный к участкам, где уровень грунтовых вод обычно приближается к поверхности.

Так как влажность почвы зависит не только от внешних условий, но и внутренних свойств самой почвы, то прямое и непосредственное воздействие тем или иным путем на почву в отношении улучшения ее водного режима приобретает первостепенное производственное значение.

Для создания благоприятного водного режима сельскохозяйственное производство располагает целым арсеналом различных агротехнических средств.

Удаление избыточной влаги из почв в северных районах нашей страны осуществляется с помощью мелиорации, в южных районах накопление влаги в почве достигается путем снегозадержания, создания полезащитных лесных полос и сети прудов и водоемов, широкого применения орошения и высокой агротехники, направленной на максимальное использование атмосферных осадков.

ПОЧВЕННЫЙ ВОЗДУХ И ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Значение почвенного воздуха. Помимо влаги, во всякой почве всегда содержится то или иное количество воздуха, заполняющего свободные от воды почвенные поры. Кроме того, в почве содержится воздух адсорбированный — сгущенный на поверхности

почвенных частиц, а также воздух, растворенный в почвенной воде.

О количестве воздуха в почве может дать представление табл. 14.

Содержание воздуха в различных почвах весьма варьирует и в значительной степени зависит от почвенного типа, структуры, культурного состояния, порозности, степени влажности и многих других условий.

Значение воздуха в почве огромно: воздух (O_2 , CO_2 , N_2) не только является важным фактором выветривания минеральной части почвы, но и необходимым условием развития биологических процессов.

Таблица 14

Содержание воздуха (в $см^3$ на 1000 $см^3$ почвы)
в предкавказском черноземе
(по А. А. Шмуку)

Угодье	I/VI	IV/VII	9/VIII
Целина	100	80	80
Озимь (пшеница)	240	200	200
Яровые (овес)	200	200	200
Пропашные: подсолнечник	260	280	240
табак	260	280	260
Пар	320	360	360

Многими опытами установлено, что кислород воздуха в почве необходим прежде всего для дыхания корней растений. Поэтому нормальное развитие растений возможно только в условиях достаточного доступа воздуха в почву. При недостаточном же проникновении воздуха в почву растения угнетаются, замедляют рост, а иногда и совсем погибают.

Существенное значение имеет почвенный воздух также для жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, интенсивная жизнедеятельность которых протекает только при наличии в почве кислорода воздуха. При отсутствии доступа воздуха деятельность аэробных бактерий прекращается, а в связи с этим прекращается, следовательно, и образование в почве необходимых для растений питательных веществ. Помимо того, в анаэробных условиях, как уже отмечалось выше, неизбежно возникают восстановительные процессы, в результате которых в почве могут накапливаться различного рода вредные для растений закисные соединения.

Таким образом, при недостаточном доступе воздуха в почву растения могут страдать не только от недостатка кислорода и пищи, но одновременно и от наличия в почве вредных соединений.

Почвенный воздух всегда несколько отличается по своему составу от атмосферного. В результате процессов дыхания микроорганизмов и корневых систем растений, а также разложения органических соединений почвенный воздух обычно намного богаче углекислотой и соответственно беднее кислородом (табл. 15).

Таблица 15

Состав атмосферного и почвенного воздуха
(в процентах к объему)
(по Н. П. Ремезову)

Воздух	Азот	Кислород	Углекислый газ
Атмосферный	78	21	0,03
Почвенный	78—80	5—20	0,1—15,0

Как видно из приведенных данных, содержание CO_2 в почвенном воздухе во много раз больше, чем в атмосфере. Помимо наличия значительного количества CO_2 , в почвенном воздухе содержатся пары воды, а в заболоченных почвах и такие газы, как аммиак, водород, сероводород, метан и фосфористый водород, образующиеся в результате развития анаэробного процесса разложения мертвого органического вещества.

Наиболее существенным компонентом почвенного воздуха является углекислый газ. Содержание углекислого газа в почвенном воздухе подвержено значительным колебаниям: заметно больше его обнаруживается весной и летом и меньше — осенью и зимой.

Количество углекислого газа в почве резко меняется в зависимости от жизнедеятельности почвенной микрофлоры, состава и типа почв, от погодных условий и других факторов. Чем богаче почва перегноем, тем интенсивнее идет выделение углекислого газа.

По данным В. Н. Макарова, количество выделяемого почвой углекислого газа в течение суток достигает 400—600 кг на гектар.

По данным Н. А. Красильникова, период наиболее интенсивного выделения CO_2 в почве совпадает с максимальным развитием прикорневой микрофлоры. Максимум выделения CO_2 теснейшим образом связывается также с наибольшим развитием корневой системы в данной фазе развития растений (В. Н. Макаров).

Весьма динамично и содержание O_2 в почвенном воздухе. При этом количество кислорода в почве находится в обратной зависимости от содержания углекислого газа и других газов,

образующихся в почвенной толще: чем больше содержится CO_2 , тем меньше обнаруживается кислорода.

Условия газообмена между почвой и атмосферой. Так как почвенный воздух занимает свободные, не заполненные водой промежутки, то общее количество содержащегося в той или иной почве воздуха всегда зависит от скважности и степени влажности почвы. При одной и той же влажности в почвах, обладающих высокой некапиллярной скважностью, всегда будет находиться воздуха больше, чем в почвах бесструктурных, распыленных, и, с другой стороны, всякое добавочное насыщение почвы водой неизбежно влечет за собой вытеснение из нее воздуха. Таким образом, воздушный режим почвы находится в самой тесной и непосредственной связи с водными свойствами.

Большое значение для растений имеет не только количество имеющегося в почве воздуха, но и скорость его обмена с атмосферой. Чем быстрее и полнее обменивается почвенный воздух с атмосферным, тем благоприятнее создаются в почве условия для жизни культурных растений, а также и для биохимических почвенных процессов.

Следует отметить, что газообмен, кроме того, имеет огромное значение и для развития надземных частей растений. Растения, как известно, значительную часть органической массы строят за счет ассимиляции углекислого газа воздуха. Содержание же CO_2 в воздухе часто бывает недостаточным для интенсивного развития растений. Повышение концентрации углекислого газа в атмосфере способствует повышению урожая.

В то же время любая почва во много раз богаче углекислым газом, чем воздух. Таким образом, она является практически безграничным источником питания растений углекислым газом, и, действительно, в приземном слое воздуха, как показывают многие наблюдения, может содержаться до 10% и более углекислого газа вследствие поступления его из почвы. Поэтому чем лучше развит газообмен в почве, чем больше насыщается приземный слой атмосферы углекислым газом, тем благоприятнее создается обстановка для роста сельскохозяйственных культур.

Естественный газообмен в почве совершается под воздействием изменений температуры почвы, вызывающих расширение и сжатие почвенного воздуха, под влиянием ветра, усиливающего этот процесс, под воздействием изменений барометрических давлений, под влиянием выпадающих осадков и их испарений и в значительной мере под влиянием диффузии, т. е. медленного, но постоянного перемешивания газов.

Важнейшим фактором, от которого зависит скорость газообмена в почве, является ее скважность. При наличии некапиллярной скважности почвы обмен почвенного воздуха с атмосферным совершается быстро; при капиллярной же скважности

процесс диффузии в сильной степени тормозится и проходит медленно.

Особенно отрицательное значение в этом отношении имеет способность бесструктурных почв к заплыванию: образующаяся на их поверхности корка весьма затрудняет газообмен.

Большое значение для газообмена почвенного воздуха имеет также состояние уплотненности почвы: чем рыхлее почва, тем больше содержится в ней воздуха и тем быстрее совершается процесс диффузии, и, наоборот, в почвах уплотненных процесс аэрации почвы затруднен.

Пути воздействия на воздушный режим почв. Создание в почвах благоприятного воздушного режима является весьма существенной предпосылкой для получения высокого урожая. В этом отношении в практике используются различные приемы — глубокая вспашка, боронование, культивация и др.

Непосредственное улучшение воздушного режима в период вегетации растений достигается уничтожением почвенной корки на полях по мере ее появления, а на участках пропашных культур — периодическим рыхлением междурядий.

В комплексе мероприятий по улучшению аэрации почв большое значение имеет обогащение почв достаточным количеством органических удобрений и создание некапиллярной скважности, усиливающей газообмен в почве.

Регулирование воздушного режима в заболоченных и периодически переувлажняемых почвах достигается различными способами мелиорации.

ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА И ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Тепловые свойства. Все физиологические процессы, которыми сопровождается нормальное развитие растений и почвенных микроорганизмов, могут совершаться лишь при определенных тепловых почвенных условиях. Основным источником тепла в почве являются солнечная лучистая энергия и лишь в незначительной степени — теплота, выделяющаяся при разложении органических веществ в самой почве.

Среднее количество солнечной лучистой энергии, поступающей отвесно на каждый квадратный сантиметр земной поверхности в одну минуту, составляет 1,946 кал. Однако фактическое поступление энергии солнечной радиации непосредственно на поверхность земли в 2—4 раза меньше вследствие рассеивания ее атмосферой, облачностью и отражением от земной поверхности.

Величина отраженной от поверхности земли лучистой энергии в процентах от количества падающей лучистой энергии называется альбедо поверхности, или отражательной способностью.

Величина альбеда для различных поверхностей значительно варьирует:

	Альbedo (процент)
Чернозем: влажный	8—9
сухой	14
Серозем: свежеспаханный	17
хлопковое поле	20—22
рисовое поле	12
Сухая поверхность глинистой пустыни (серозем)	29—31
Песок белый	40
Снег	70—80
Травянистая растительность	20—26
Кроны древесной растительности	14—18
Водная поверхность	10

Таким образом, одна и та же местность, но с различным характером поверхности будет поглощать в разных точках неодинаковое количество лучистой энергии.

Почвы различного происхождения и состава отличаются неодинаковыми тепловыми свойствами: одни из них хорошо поглощают и удерживают тепло, другие, наоборот, обладают плохой способностью к поглощению и удерживанию тепла. В практике встречаются почвы и теплые и холодные, значительно отличающиеся по агропроизводственной ценности. Тепловыми свойствами, определяющими тепловой режим почв, являются следующие: теплопоглощение, теплоизлучение, теплоемкость и теплопроводность почв.

Теплопоглощение, или способность почвы поглощать тепловые лучи солнца, зависит главным образом от цвета почвы. Почвы темного цвета обладают этой способностью в большей степени, чем почвы светлой и белой окраски. А поскольку темный цвет обуславливается наличием в почве перегноя, то обогащение почвы органическими удобрениями является вместе с тем и агромероприятием, утепляющим почву.

Известное влияние на поглощение почвой тепла оказывают также некоторые внешние условия, например положение данной местности и наличие растительного покрова.

Так, почвы участков, имеющих наклон к югу, поглощают солнечного тепла больше, чем почвы северных склонов.

Наличие растительного покрова, наоборот, несколько уменьшает теплопоглощение. Этим объясняется тот факт, что почвы лесных массивов в жаркий летний день обычно менее нагреты, чем почвы открытой местности.

Теплоизлучение, т. е. отдача почвой тепла в атмосферу, зависит главным образом от степени влажности почвы: чем больше воды содержит почва, тем сильнее она теряет тепло, и, наоборот, почвы сухие при прочих равных условиях излучают тепло в меньшей степени. Это объясняется тем, что из всех ве-

ществ, входящих в состав почвы, вода обладает наиболее значительной теплоизлучательной способностью.

Поэтому почвы, обладающие неблагоприятными водными свойствами, например бесструктурные глинистые, способные удерживать избыток влаги, всегда будут более холодными по сравнению с другими.

Большое влияние оказывает на теплоизлучение наличие перегноя в почве.

При этом почвы, богатые гумусом, а следовательно, структурные, являются более теплыми, чем почвы, бедные им.

Существенным фактором, ослабляющим потерю почвой тепла, является живой и мертвый растительный покров, а в зимний период — и снежный покров.

Большое значение в этом отношении имеет покров из рыхлого снега, содержащего много воздуха. Наличие снега на полях сильно уменьшает теплоизлучение почвы в зимнее время. В связи с этим температура на поверхности почвы под снежным покровом всегда будет выше, чем на голой поверхности. Наличие снежного покрова на полях является важным фактором, предохраняющим озимые хлеба от вымерзания. Поэтому в степных районах, где снег на полях подвержен сдуванию ветрами, мероприятия по задерживанию его на посевах приобретают большое значение.

Теплоемкость почв — это количество тепла в калориях, необходимое для нагрева весовой (1 г) или объемной (1 см³) единицы почвы на 1°. Отдельные составные части почвы обладают различной теплоемкостью.

Наивысшей теплоемкостью обладает вода, менее теплоемким является торф, далее идет глина, и, наконец, наименьшей теплоемкостью из всех составных частей почвы отличается кварц (табл. 16).

Таблица 16

Теплоемкость составных частей почвы

Вещество	Теплоемкость		Вещество	Теплоемкость	
	весовая (кал на 1 г)	объемная (кал на 1 см ³)		весовая (кал на 1 г)	объемная (кал на 1 см ³)
Воздух	0,2399	—	Гранит	0,192	—
Вода	1,000	1,000	Базальт	0,200	—
Песок	0,194	0,517	Известь	0,214	0,582
Глина (сухая) . .	0,233	0,575	Торф	0,477	0,601
Кварц	0,188	—			

Теплоемкость почвы в значительной степени зависит от влажности; чем влажнее почва, тем больше требуется тепла для ее

нагрева. Поэтому почвы песчаные теплее глинистых, так как на их нагревание требуется меньше тепла, а в силу плохой испаряющей способности они меньше охлаждаются. Весной песчаные почвы становятся пригодными для обработки недели на 2—3 ранее, чем почвы суглинистые.

Теплопроводность почв, т. е. способность почв проводить тепло от нагретых слоев к более холодным, зависит от теплопроводности их составных частей.

Теплопроводность измеряется количеством тепла в калориях, которое проходит через 1 см^2 слоя почвы толщиной в 1 см в одну секунду.

Различные составные части почвы обладают различной теплопроводностью. Наименьшей теплопроводностью обладает воздух, несколько лучшей — вода. Наиболее хорошо проводит тепло минеральная часть почвы. Торф характеризуется весьма плохой проводимостью тепла. В связи с этим почвы, содержащие мало органического вещества, будут лучше проводить тепло, чем почвы, богатые перегноем; почвы, сильно увлажненные, обладают лучшей теплопроводностью, чем почвы менее влажные и содержащие воздух.

Чем больше перегноя и воздуха содержится в той или иной почве, тем худшим, следовательно, проводником тепла она является, тем длительней удерживается в такой почве аккумулярованная солнечная теплота. Наоборот, почвы, обедненные перегноем, бесструктурные, плотные, заключающие в себе мало воздуха и сильно увлажненные, обладая хорошей теплопроводностью, отличаются способностью быстро терять тепло.

Тепловой режим почвы. Тепловой режим почв зависит не только от внешних, метеорологических условий, но и от внутренних свойств почв. В одних и тех же климатических условиях почвы темной окраски, богатые перегноем, содержащие в себе достаточное количество воздуха, обладающие оптимальными водными свойствами, будут в то же время отличаться и благоприятными тепловыми условиями; почвы светлой окраски, бедные органическим веществом, способные к запыливанию, удерживающие в себе избыток влаги и лишенные воздуха, являющиеся почвами холодными, мало благоприятными для развития культурных растений.

Поэтому агромероприятия, направленные на обогащение почв органическими удобрениями, улучшение водного и воздушного режимов, являются в то же время мероприятиями, способствующими созданию в почве благоприятных тепловых условий.

В деле создания благоприятного теплового режима почв практика земледелия располагает и другими средствами. Так, для уменьшения главным образом расхода почвой тепла и влаги применяется мульчирование.

Внесение в почву повышенных доз органических удобрений (навоза, торфо-навоза и др.) с целью улучшения теплового режима является особенно существенным мероприятием для северных районов нашей страны.

В областях, где под влиянием сильных ветров снег подвержен сдуванию с полей, большое практическое значение имеет снегозадержание. Накопление в зимний период снега на полях не только предохраняет озимые хлеба от вымерзания, но является в то же время и важнейшим средством обогащения почв водой, столь необходимой для создания высоких урожаев.

Этому приему агротехники в степных районах нашего юга и юго-востока в настоящее время уделяется большое внимание.

ГЛАВА VIII

ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР

ПОНЯТИЕ О ПОЧВЕННОМ РАСТВОРЕ

Весьма существенной составной частью почвы, непосредственно влияющей на рост и развитие растений, является почвенный раствор, или жидкая фаза почвы. Под почвенным раствором разумеется капельножидкая влага, которая циркулирует в почве и всегда содержит в себе то или иное количество различных растворенных веществ.

Почвенный раствор является наиболее подвижной, наиболее активной составной частью почвы. Поскольку растения способны усваивать питательные элементы только в растворенном состоянии, то почвенный раствор представляет наиболее легко воспринимаемый источник питательных веществ для растений.

Изучение состава почвенного раствора весьма важно для выяснения характера почвообразовательного процесса, его направления, концентрации солей, выяснения наличия в почве токсичных для растений веществ, а также для разработки правильной системы агротехнических мероприятий по улучшению почв и наиболее рациональному использованию их в сельскохозяйственном производстве.

Следует отметить, что возможность непосредственного изучения естественных почвенных растворов до последнего десятилетия была очень ограничена из-за отсутствия надежных методов отделения их от твердой фазы почвы.

В последнее время проблема получения неизмененного почвенного раствора была успешно решена Н. А. Комаровой и П. А. Крюковым, которые разработали ряд методов, основанных как на применении давления, так и на вытеснении почвенного раствора замещающими жидкостями. Эти методы позволяют отделять жидкую фазу почвы от твердой, в основном не изменяя ее состава, не требуют сложной аппаратуры, применимы к различным типам почв и дают возможность работать с почвами, имеющими небольшую влажность.

В целях изучения почвенный раствор предварительно выделяется из почвы и подвергается соответствующим анализам.

В практике же прямое изучение почвенного раствора очень часто заменяется изучением водных вытяжек. Для этого навеску почвы смешивают с дистиллированной водой, хорошо взбалтывают и затем фильтруют. Полученный при этом фильтрат и будет представлять собой водную вытяжку из почвы.

Благодаря растворяющей способности воды в водную вытяжку перейдет значительная часть легкоподвижных соединений, которые содержатся в почве.

Само собой разумеется, что нельзя водную вытяжку отождествлять с почвенным раствором: это два совершенно разных понятия. К тому же метод водной вытяжки условен, так как добавление к почве большого количества воды изменяет сложившееся в естественных условиях равновесие между жидкой и твердой фазами почвы. Но тем не менее анализ водной вытяжки всегда может служить некоторым основанием для суждения о характере почвенного раствора, а в связи с этим, в известной степени, и о характере и качестве почв.

СОСТАВ И КОНЦЕНТРАЦИЯ ПОЧВЕННОГО РАСТВОРА

В состав почвенного раствора входят минеральные, органические и органо-минеральные вещества. Минеральные соединения, представленные различными солями минеральных кислот, находятся в почвенной влаге главным образом в виде истинных растворов, органические же вещества — преимущественно в коллоидальном состоянии и лишь частично в форме молекулярных растворов.

Из минеральных веществ в почвенных растворах встречаются чаще всего соли следующих кислот: азотной — NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; фосфорной — Na_2HPO_4 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, K_2HPO_4 , CaHPO_4 и др.; угольной — карбонаты и бикарбонаты: Na_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; соляной — NaCl , CaCl_2 и серной — сульфаты: CaSO_4 , MgSO_4 , Na_2SO_4 и др.

Из минеральных веществ коллоидального характера в почвенном растворе могут находиться главным образом гидраты окиси железа и кремневой кислоты.

Что же касается органических соединений, то они представлены в почвенном растворе обычно перегнойными кислотами и их солями, а также аминокислотами, спиртами, эфирами, антибиотическими веществами и токсинами, выделяемыми растениями, животными и микроорганизмами.

Количественный и качественный состав почвенного раствора для разных почв весьма различен. Так, в незасоленных почвах, к которым относится большинство типов почв, общее

количество растворенных веществ очень невелико и выражается десятными долями грамма на литр раствора (г/л). В засоленных же почвах, наоборот, концентрация растворимых соединений в почвенном растворе очень высока и плотный остаток выражается десятками граммов на литр (табл. 17).

Таблица 17

**Состав почвенных растворов различных почв
при естественном увлажнении
(колебания за период июль 1945 — май 1947 г.)**

Горизонт	pH	Плотный остаток (г/л)	Растворы (м-экв в 1 л)					
			HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+

Дерново-сильнопodzолистая суглинистая почва (И. Н. Скрынникова)

0—3	4,5—7,5	—	—	0,61—2,13	—	0,7—13,2	—	—
3—12	5,3—8,3	—	—	1,44—4,78	—	0,27—3,76	—	—
12—24	5,4—8,0	—	—	—	—	0,14—0,58	—	—
24—75	6,0—7,9	—	—	—	—	0,005—0,89	—	—

Светло-каштановая солонцеватая почва — Ергени (В. В. Келлерман)

0—20	—	1,036	2,38	3,88	7,34	4,28	4,28	5,04
20—40	—	0,950	2,08	3,11	8,12	2,56	3,64	7,11
40—60	—	0,943	3,00	3,00	7,22	1,43	3,64	8,15
60—80	—	1,438	8,16	4,10	7,48	1,43	4,31	14,00
80—100	—	2,473	5,00	18,07	12,62	2,50	6,95	26,24

Солонец среднестолбчатый — Саратовское Заволжье (Н. А. Комарова)

0—14	7,6	2,267	9,00	10,00	3,33	14,53	12,22	15,57
14—24	7,6	2,899	7,60	27,42	4,60	20,40	19,35	27,88
24—36	7,6	26,420	4,24	465,29	9,43	113,28	121,33	236,95
36—55	7,0	58,019	4,50	950,00	89,01	196,23	392,67	458,20
55—75	7,1	75,280	4,80	1250,00	72,85	229,59	496,86	595,65
75—100	7,3	78,568	4,16	1187,49	98,08	191,32	444,86	557,06

Поливной серозем — Таджикистан (О. А. Грабовская)

0—10	—	0,980	18,40	2,94	3,41	10,18	7,15	7,42
20—30	—	0,880	9,69	2,93	6,16	9,63	—	—
50—60	—	3,920	16,47	19,57	22,53	27,95	7,53	23,09
100—110	—	3,520	9,69	14,66	27,34	20,43	10,77	20,49

При этом в верхних горизонтах дерново-подзолистых почв в почвенном растворе преобладает органическая часть, в черноземах количества органических и минеральных соединений приблизительно равны между собой, в почвах каштановых, бурых и сероземах преобладает минеральная часть.

Концентрация почвенного раствора есть величина постоянно изменяющаяся во времени и пространстве. Она зависит не только

от состава твердой фазы, но и от влажности почвы. Повышение влажности приводит в большинстве случаев к разбавлению раствора; при понижении содержания влаги в почве концентрация растворенных солей в почвенном растворе повышается. Исключения составляют лишь засоленные почвы, у которых с повышением влажности концентрация насыщенного раствора почти не изменяется, а возрастает только общее количество растворенных соединений, поскольку в почве увеличивается количество растворителя. С повышением температуры растворимость большинства солей возрастает, поэтому концентрация почвенного раствора зависит и от температурного режима почвы.

Колебания в составе и концентрации почвенного раствора заметно обнаруживаются на протяжении вегетационного периода также в связи с поглощением растениями из почвы различных питательных веществ.

С концентрацией почвенного раствора теснейшим образом связано осмотическое давление, непосредственно влияющее на усвоение растениями элементов пищи из почвы. Чем выше концентрация почвенного раствора, тем больше его осмотическое давление. В незасоленных почвах осмотическое давление почвенного раствора обычно ниже осмотического давления клеточного сока растений, и в большинстве случаев оно не превышает 1—3 атмосфер.

В засоленных почвах, отличающихся высокой концентрацией почвенного раствора, осмотическое давление может подниматься до 20—30 атмосфер, вследствие чего растения не могут усваивать питательные вещества из почвы. Оптимальным осмотическим давлением, при котором создаются наилучшие условия для потребления растениями питательных веществ из почвы, является давление в 2—3 атмосферы.

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕ

Находящиеся в почвенном растворе соединения могут быть окисленными в различной степени.

В почвах постоянно происходят разнообразные окислительно-восстановительные процессы, связанные преимущественно с жизнедеятельностью микроорганизмов. При этом в поверхностных слоях почвы, куда кислород проникает в достаточном количестве, окислительные процессы обычно преобладают над восстановительными; в более же глубоких слоях, где газообмен затруднен, сильнее выражены восстановительные процессы.

Поскольку реакция окисления сопровождается отдачей окисляемому веществом электрона, а реакция восстановления — присоединением электрона, то они должны сопровождаться и изменением величины заряда реагирующих веществ. Это измене-

ние обычно учитывается путем измерения потенциала, и по величине последнего судят об энергии окислительного или восстановительного напряжения среды. Такого рода потенциал получил название окислительно-восстановительного потенциала (ОВ), обозначается он символом E_h и выражается в милливольт. Нижним и верхним пределами величин E_h в почвах являются 200 и 700 милливольт. Чем выше E_h , тем большим окислительным напряжением обладает раствор. В дерново-подзолистых почвах E_h колеблется чаще всего в пределах 600—700 мв, в черноземах — от 450 до 600 мв, в сероземах — 350—400 мв.

Окислительно-восстановительные условия почвы на протяжении вегетационного периода заметно изменяются в связи с изменением аэрации, температуры, биологических процессов, влажности и т. д., поэтому и величина E_h в почвах испытывает значительные сезонные колебания.

Изучение окислительно-восстановительных процессов позволяет судить о свойствах почвенного раствора, об аэрации почвы, а также об интенсивности и характере разнообразных биохимических процессов.

РЕАКЦИЯ ПОЧВЕННОГО РАСТВОРА

Весьма важным свойством почвенных растворов является характер их реакции. Для каждого почвенного типа характерна своя реакция: для дерново-подзолистых почв — кислая, для черноземов — слабокислая или нейтральная, для солончаков и солонцов — в той или иной степени щелочная.

Кислая реакция почвенного раствора обуславливается диссоциацией уголекислоты в почвенной влаге, наличием свободных перегнойных кислот и кислых продуктов разложения органических остатков, а также наличием поглощенного водорода и алюминия.

Щелочную реакцию почвенный раствор приобретает при наличии в почве карбонатов или бикарбонатов натрия и карбонатов кальция, широко встречающихся в засоленных почвах, а главным образом в солонцах и солончаках.

Реакция почвенного раствора может сильно колебаться в больших пределах, начиная от $pH=3-3,5$ и кончая $pH=8-10$.

Культурные растения весьма чувствительны к реакции почвенного раствора, и большинство из них не может развиваться при pH ниже 3,5 и выше 9. Сильнокислая и сильнощелочная реакции почвенного раствора весьма неблагоприятны для растений, а нередко и губительны.

Наиболее благоприятной реакцией почвенного раствора для большинства культурных растений является слабокислая или слабощелочная реакция в пределах $pH=6-7,5$.

Регулирование состава почвенного раствора в практике земледелия осуществляется путем внесения удобрений, обработкой почв и мелиорацией. При этом нейтрализация кислотности в дерново-подзолистых почвах достигается при помощи известкования, ликвидация высокой щелочности в солонцовых почвах производится путем гипсования, удаление избытка легко растворимых солей из солончаковых почв достигается при помощи неоднократных промывок водой.

ГЛАВА IX

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

ПОНЯТИЕ О ПЛОДОРОДИИ

Народнохозяйственное значение почвы как основного и всеобщего средства производства определяется ее существенным качеством — плодородием.

Плодородие является качественным свойством почвы, ее специфической особенностью. Почва и ее плодородие неотделимы одно от другого как количество и качество, как форма и содержание.

Под плодородием необходимо понимать способность почвы производить урожай растений.

Плодородие представляет весьма сложное и многогранное свойство почвы, зависящее как от наличия пищи и воды, так и от всего комплекса взаимосвязанных и взаимообусловленных химических, физических и биологических процессов.

Другими словами, под плодородием, или производительной способностью, почвы следует понимать совокупность элементов плодородия (пища, вода) и почвенных условий, которые наилучшим образом обеспечивают хороший рост и развитие возделываемых растений. Эти условия сводятся в основном к следующему.

1. Почва должна заключать в себе в достаточном количестве и в удобоусвояемой форме все необходимые для питания растений вещества.

2. Почва должна содержать в себе достаточное количество влаги.

3. В почве должны быть благоприятные тепловые условия.

4. В почве должен находиться воздух, необходимый для дыхания корней растений и жизнедеятельности микроорганизмов.

5. В почве не должно быть вредных для растений соединений.

6. Почва должна иметь реакцию, близкую к нейтральной.

7. В почве должны отсутствовать болезнетворные для культурных растений бактерии и грибы, а также насекомые — вредители сельскохозяйственных растений.

8. Почва должна быть чистой от сорняков и обладать известной рыхлостью, обеспечивающей свободное развитие корневой системы растений.

Производительная способность почвы является, таким образом, функцией не одних только минеральных питательных веществ и воды, но всей суммы свойств и всей совокупности процессов физико-химического и биологического порядка, которые присущи той или иной почве. А так как всякое растение в течение всей своей жизни неразрывно связано с почвенной средой, то, очевидно, что ни одно из свойств этой среды и ни один процесс, в ней совершающийся, не могут не оказывать в той или иной степени своего влияния на рост и развитие растения. Вот почему, следовательно, в деле производственного использования почв необходимо воздействовать не на одну только какую-либо их сторону, но одновременно на все условия почвенного плодородия, на все факторы жизни растения.

Только при этом условии возможно прогрессивное повышение плодородия почвы, а следовательно, и получение высоких урожаев возделываемых культур.

ВИДЫ ПЛОДОРОДИЯ

Необходимо различать естественное, или природное, и искусственное плодородие почвы. Всякая почва как природное тело всегда обладает определенным естественным плодородием.

Естественное плодородие в известной мере является потенциальным и в должной степени проявляется только в результате правильных агротехнических воздействий на почву. Огромным потенциальным плодородием обладает, например, луговой торфяник; после осушения и освоения на нем получают очень высокие урожаи различных культурных растений.

Естественное плодородие в одном случае может быть сравнительно высоким, в другом — весьма низким, но во всех случаях оно определяется исключительно сочетанием и совместным влиянием природных факторов и процессов почвообразования. Поэтому естественное плодородие в чистом виде можно практически встретить лишь на целинных, не тронутых еще человеком земельных участках.

Искусственное плодородие создается человеком в результате всевозможных агротехнических воздействий на почву, связанных с ее обработкой, удобрением, мелиорацией и т. д.

С момента, когда тот или иной целинный участок вовлекается в культуру и почва становится средством производства и продуктом труда человека, она наряду с естественным приобретает искусственное плодородие. Искусственное плодородие, следовательно, свойственно почвам всех земельных угодий,

которые в той или иной степени затронуты культурным воздействием человека.

Однако как бы ни была высоко окультурена почва, она наряду с искусственным, всегда обладает в известной мере и естественным плодородием, обусловленным природными свойствами почвы как естественнoисторического тела.

Поэтому, различая естественное и искусственное плодородие с точки зрения их происхождения, практически их нельзя оторвать одно от другого; они неразрывно связаны между собой. Совершенно очевидно, что и решить для каждого конкретного случая, какая, например, часть современного плодородия определенной культурной почвы относится к ее естественному плодородию и какая к искусственному, невозможно. Одно лишь несомненно, что чем длительнее подвергалась та или иная почва культурной обработке и чем совершеннее была применявшаяся к ней агротехника, тем сильнее она изменила свои первоначальные качества и тем резче выражено в ней искусственное плодородие.

При использовании природного и искусственного плодородия почвы культурными растениями это плодородие становится действительным, эффективным плодородием, измеряемым высотой урожая. Высота урожая, следовательно, является основным показателем и конкретным выражением эффективного плодородия почвы того или иного конкретного участка окультуренной земли.

Эффективное плодородие как реальное выражение искусственного и природного плодородия, вместе взятых, представляет собой результат воздействия на почву человека в определенных социально-экономических условиях. При этом главным фактором здесь является технический прогресс, растущий с развитием науки, с развитием производительных сил общества, и характер общественно-экономических отношений.

Чем выше социальная структура общества, чем выше поставлены наука и техника, тем больше создается условий для прогрессивного повышения эффективного плодородия почвы.

К. Маркс писал: «Помимо климатических и тому подобных моментов, различие в естественном плодородии состоит в различии химического состава верхнего слоя почвы, т. е. в различном содержании необходимых для растений питательных веществ. Однако два земельных участка с одинаковым химическим составом почвы и в этом смысле одинакового естественного плодородия могут быть различны по своему действительному, эффективному плодородию в зависимости от того, находятся ли эти питательные вещества в форме, в которой они лучше или хуже усваиваются, более или менее непосредственно пригодны для питания растений. Таким образом, отчасти от развития земледельческой химии, отчасти — земледельческой механики зависит,

в какой степени на земельных участках одинакового естественного плодородия последнее может быть действительно использовано. Поэтому хотя плодородие и является объективным свойством почвы, экономически оно все же постоянно подразумевает известное отношение — отношение к данному уровню развития земледельческой химии и механики, а поэтому и изменяется вместе с этим уровнем развития».¹

В другом месте К. Маркс писал: «С развитием естественных наук и агрономии изменяется и плодородие земли, так как изменяются средства, при помощи которых элементы почвы делаются пригодными для немедленного использования».²

Отсюда следует, что плодородие почвы развивается и растет вместе с развитием науки и техники.

Неограниченные возможности в деле улучшения качества почв и прогрессивного повышения их плодородия открываются в условиях социалистического земледелия нашей страны, где впервые в истории земледелия во всей широте поставлены вопросы решительного повышения урожайности и где действительно можно использовать все природные богатства и новейшие достижения науки и техники.

При правильной системе агротехнических воздействий почва постепенно улучшается, повышает свое плодородие. «При рациональной системе хозяйства производительность почвы может быть доведена до такой степени, что она будет повышаться из года в год в течение неограниченного периода времени, пока, наконец, не достигнет высоты, о которой мы сейчас едва можем составить представление».³

Таким образом, плодородие почвы есть свойство не статическое, а динамическое, и при рациональном использовании почвы плодородие ее может возрастать беспредельно.

В то же время необходимо отметить, что в капиталистических странах до сих пор еще имеет хождение реакционный, выдуманный буржуазными теоретиками, так называемый закон убывающего плодородия, согласно которому каждая добавочная затрата труда или средства производства на одном и том же участке земли дают все меньший и меньший прирост урожая.

Реакционную, лженаучную сущность этого «закона» впервые вскрыл и разоблачил В. И. Ленин в своей работе «Аграрный вопрос и «критики» Маркса».

В этой работе В. И. Ленин показал, что основной довод буржуазных ученых в защиту «закона убывающего плодородия почвы» «...представляет из себя бессодержательнейшую

¹ К. Маркс. Капитал, т. III. 1950, стр. 664.

² Там же, стр. 783.

³ К. Маркс. Теория прибавочной стоимости, т. II, ч. I, Партиздат ЦК ВКП(б), 1936, стр. 221.

абстракцию, которая оставляет в стороне самое главное: уровень техники, состояние производительных сил». ¹

«Итак: «закон убывающего плодородия почвы» вовсе не применим к тем случаям, когда техника прогрессирует, когда способы производства преобразуются; он имеет лишь весьма относительное и условное применение к тем случаям, когда техника остается неизменной». ²

Вскрывая всю нелепость этого «закона», В. И. Ленин пишет: «В сущности ведь самое понятие: «добавочные (или: последовательные) вложения труда и капитала» предполагает изменение способов производства, преобразование техники». ³

Совершенно очевидно, что вкладывать в землю добавочный труд и добавочные средства производства, оставляя неизменным уровень техники, можно лишь в очень ограниченных размерах.

«Но и в тех узких пределах, в которых все-таки добавочные вложения труда и капитала возможны, отнюдь не всегда и не безусловно будет наблюдаться уменьшение производительности каждого такого добавочного вложения». ⁴

Поэтому, как указывает В. И. Ленин, «вместо универсального закона мы получаем, следовательно, в высшей степени относительный «закон», — настолько относительный, что ни о каком «законе» и даже ни о какой кардинальной особенности земледелия не может быть и речи». ⁵

Буржуазным теоретикам этот «закон» понадобился для того, чтобы оправдать существование капитализма и доказать, что первопричиной неразрешимых классовых противоречий капиталистического общества, причиной разорения и нищеты трудящихся масс является не капиталистический способ производства, а естественный «закон убывающего плодородия почвы».

Вскрывая реакционность и вредность измышления буржуазных теоретиков, В. И. Ленин пишет: «...подобные писатели естественно и неизбежно должны стремиться к тому, чтобы оставить в тени капиталистические препятствия земледельческому прогрессу, чтобы свалить все на естественный «закон убывающего плодородия почвы», чтобы выставить уничтожение противоположности между городом и деревней «совершенной фантазией». ⁶

В. И. Ленин научно доказал, что введение машин и улучшенных способов производства неизмеримо облегчило человеку борьбу с природой вообще и производство пищи в частности.

¹ В. И. Ленин. Сочинения, т. 5, стр. 93.

² Там же, стр. 94.

³ Там же, стр. 93.

⁴ Там же, стр. 93.

⁵ Там же, стр. 93.

⁶ Там же, стр. 140.

Увеличилась не трудность производства пищи, а трудность получения пищи для рабочего — увеличилась потому, что капиталистическое развитие вздуло земельную ренту и земельную цену, сконцентрировало сельское хозяйство в руках крупных и мелких капиталистов, сконцентрировало еще больше машины, орудия, деньги, без которых невозможно успешное производство. Объяснить эту растущую трудность существования рабочих тем, что природа сокращает свои дары, указывал В. И. Ленин, значит становится буржуазным апологетом.

Многочисленные опыты показывают, что урожаи могут расти беспрерывно, если мы будем одновременно воздействовать на весь комплекс внешних условий, в которых растет и развивается сельскохозяйственное растение. При этом следует подчеркнуть, что для роста и нормального развития растений необходимо не одно какое-либо условие, а определенный комплекс факторов, в который, кроме минерального питания, входят также влага, тепло, воздух, что все эти факторы жизни растений безусловно равнозначны и ни один из них не может быть заменен никаким другим.

Из этого следует, что если хотя бы одно из перечисленных условий не соответствует природе развития данного растения, то последнее не сможет нормально развиваться и не даст хорошего урожая. Чтобы обеспечить непрерывный рост урожайности, необходимо улучшать все условия роста и развития растений и прежде всего почвенные и климатические, непрерывно совершенствовать растительные организмы и создавать новые, нужные человеку высокоурожайные и ценные сорта культурных растений.

Этого можно достигнуть лишь на основе прогрессивного развития науки и техники, развития производительных сил общества. Но пределы развития науки, пределы нашего познания законов природы и возможности их регулирования остаются по существу безграничными, поэтому влияние ограничивающего фактора на данной стадии развития науки и техники есть процесс исторического порядка, который возможно и должно преодолевать.

Ф. Энгельс еще в 1844 г. писал: «Производительные силы, находящиеся в распоряжении человека, неисчерпаемы. Производительность земли может быть бесконечно повышена приложением капитала, труда и знания».¹

Это глубоко научное положение марксизма получает свое подтверждение в передовой производственной практике нашего социалистического земледелия, которая развеяла в прах лженаучные, реакционные «теории» предела роста урожая.

¹ Ф. Энгельс. Очерки критики политической экономии, К. Маркс и Ф. Энгельс, Сочинения, т. II. 1929, стр. 312.

Большое значение в этом отношении имеют замечательные достижения многочисленных передовиков социалистического сельского хозяйства. Получая ежегодно мировые рекорды урожая различных культур, они неопровержимо на деле доказали возможность безграничного повышения плодородия колхозных и совхозных полей.

Этот опыт социалистического земледелия неопровержимо свидетельствует о том, что ни в природе растения, ни в почве не заложено никаких ограничений урожаю, что никакого «закона убывающего плодородия почвы» в природе не существует, что при рациональном использовании земли плодородие почвы может возрастать беспредельно и для прогрессивного роста урожаев не существует никаких границ.

Следовательно, почвы таят в себе такие неисчерпаемые возможности, которые при умелом, рациональном использовании их всегда могут с избытком удовлетворять потребности в сельскохозяйственных продуктах всего населения земного шара, сколько бы ни увеличивалась общая его численность.

Благоприятные условия почвенного плодородия, обеспечивающие возможность получения высоких и устойчивых урожаев, наилучшим образом создаются в культурных почвах.

СОЗДАНИЕ КУЛЬТУРНЫХ ПОЧВ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ

Под влиянием правильных агротехнических воздействий природные почвы постепенно переходят в разряд культурных. Следует, однако, отметить, что не всякая вовлеченная в обработку почва может быть названа культурной. Почва, даже старопашотная, но изобилующая камнями и сорняками, бесструктурная, с маломощным пахотным слоем, с ничтожным содержанием перегноя, а в связи с этим и отличающаяся низкой производительностью, очевидно, не может подойти к категории культурных почв. Это будет именно некультурная почва в прямом значении этого слова. Некультурные почвы представляют собой неизбежный результат низкой агротехники, нерационального, хищнического использования земли.

Под культурной почвой следует понимать всякую освоенную и вовлеченную в сельскохозяйственное использование почву, свободную от сорняков и валунов, с рыхлым сложением, с мощным пахотным слоем, с достаточным содержанием элементов пищи для растений и с благоприятными водными, воздушными и тепловыми свойствами.

Если некультурная, истощенная, с низкой производительностью почва есть результат плохой агротехники, то, наоборот, культурная почва представляет собой продукт высокой агротехники, результат правильной системы земледелия,

При этом чем выше агротехника, чем рациональнее построена система производственного использования, тем быстрее эти почвы приобретают положительные свойства, тем скорее они становятся культурными почвами. Самые бедные и, казалось бы, никуда не годные участки земли, как, например, торфяное болото, сильноокислый подзол, солончак и солонец, при соответствующей системе агротехнических мероприятий с течением времени могут быть превращены в культурные, высокоплодородные пашни.

Чем рациональнее используются почвы, тем плодороднее они становятся.

В культурной почве наилучшим образом сочетаются все важнейшие условия, благоприятствующие нормальному росту и развитию растений.

Совершенно очевидно, что создание культурных почв в каждом колхозе и совхозе нашей страны является основной предпосылкой для завоевания высоких и устойчивых урожаев всех без исключения сельскохозяйственных растений.

Для активного воздействия на почвы и превращения их в высококультурные, плодородные поля в нашей стране созданы широкие возможности применять на колхозных и совхозных землях все современные приемы агротехники: глубокую обработку почв, органические, минеральные и бактериальные удобрения, микроудобрения, известкование, гипсование, мелиорацию, орошение. Правильное осуществление этих мероприятий является мощным средством окультуривания почв, прогрессивного подъема урожайности, организации прочной кормовой базы, повышения продуктивности животноводства и подъема производительности труда в колхозах и совхозах.

Решающее значение в окультуривании почв в большинстве случаев имеют органические и минеральные удобрения. Поэтому всемерное расширение производства и накопления навоза и компостов в каждом хозяйстве, а также быстрое развитие химической промышленности по выпуску минеральных удобрений приобретают первостепенное значение.

Высокую культуру земледелия нельзя базировать только на использовании естественного плодородия и получать урожаи лишь за счет питательных веществ, имеющихся в самой почве от природы. Это экстенсивный, нерациональный, хищнический путь использования земли.

Прогрессивное окультуривание почв и повышение их эффективного плодородия возможно только в условиях интенсивного земледелия, когда количество питательных веществ в почвах не уменьшается, а из года в год увеличивается.

Главным путем повышения эффективного плодородия почв является удобрение.

ГЛАВА X

УЧЕНИЕ О ГЕНЕЗИСЕ И ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ

ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Понятие о факторах почвообразования. Генезис почв, т. е. происхождение и образование их, обуславливается природными факторами, а также производственной деятельностью человека.

На развитие почвообразовательного процесса самое непосредственное влияние оказывают природные условия, в которых он протекает, и от того или иного их сочетания зависят его особенности и то направление, в котором этот процесс будет развиваться.

Важнейшими из этих природных условий, называемых факторами почвообразования, являются: материнские (почвообразующие) породы, растительность и животный мир, климат, рельеф местности и возраст почв.

Мысль о влиянии всех этих факторов на почвообразование впервые была изложена В. В. Докучаевым, который писал, что почвы «...суть поверхностно лежащие минерально-органические образования, которые всегда более или менее заметно окрашены гумусом; эти тела всегда имеют свое собственное происхождение, они всегда и всюду являются результатом совокупной деятельности материнской горной породы, живых и отмерших организмов (как растений, так и животных), климата, возраста страны и рельефа местности».

Отмечая, что почвы всегда имеют свое особое происхождение и являются результатом совокупного влияния и взаимодействия природных условий почвообразования, он писал: «Все эти агенты-почвообразователи, в сущности, совершенно равнозначущие величины и принимают равноправное участие в образовании нормальной почвы... Следовательно, чтобы изучить почву — эту функцию, результат совокупной деятельности выше указанных почвообразователей, необходимо исследовать и все выше указанные почвообразователи».

Докучаевское учение о факторах почвообразования нашло свое развитие в трудах Н. М. Сибирцева, которому принадлежит

особенно четкая формулировка мысли о сопряженности различных факторов почвообразования.

Так как сущностью почвообразовательного процесса является превращение на земной поверхности минеральных соединений в органические и обратно, совершающееся под воздействием элементов биосферы, то основное, ведущее значение в процессе образования почв всегда имеет биологический фактор, т. е. непосредственная движущая сила почвообразования.

Остальные перечисленные факторы представляют собой лишь условия или тот фон, на котором происходит развитие почв в природе. Тем не менее все эти условия оказывают большое влияние на характер и направление почвообразовательного процесса, поэтому при изучении и агрономической оценке почв каждое из них должно приниматься во внимание.

Почвообразующие породы. Все существующие на материках земного шара почвы, как уже отмечалось выше, произошли из горных пород, и поэтому совершенно очевидно, что в процессах почвообразования последние принимают самое прямое и непосредственное участие.

Материнская горная порода является источником того минерального материала, из которого образуется основная масса развивающейся из нее почвы. Поэтому чем богаче по химическому составу почвообразующая порода, тем лучшей по своим качествам будет и сформировавшаяся на ней почва.

Существенное значение в почвообразовании имеют также механический состав и физические свойства материнской породы. Плотность породы, рыхлость и пористость, теплопроводность — все эти свойства самым непосредственным образом оказывают влияние не только на интенсивность, но и на характер протекающих почвообразовательных процессов: на аэрацию почвы, на разложение и синтез органического вещества, на окислительно-восстановительные процессы, на водопроницаемость, влагоемкость и др. Вот почему при агрономической оценке почв и их использовании в сельском хозяйстве необходимо в каждом конкретном случае учитывать и характер материнской породы, из которой эти почвы образовались.

Растительность и животный мир. Значение биологического фактора в развитии почв было рассмотрено выше. Здесь следует еще раз подчеркнуть, что важнейшим фактором почвообразования является растительность. Растительность и почва образуют единую, неразрывную систему.

Вследствие той тесной и неразрывной связи, которая существует между растительностью и почвами, всякая смена растительности сопровождается изменением почв, и, наоборот, изменение почв, в особенности их режима влажности, аэрации, солевого режима и т. д., неизбежно влечет за собой смену растительности. Таким образом, результаты взаимодействия расти-

тельных группировок и почвенной среды не односторонни; они выражаются не только в изменении почвенной среды, но и в изменениях самих растительных группировок.

Из сказанного становится очевидным, что почвы и растительные группировки не представляют каких-то застывших образований, не подверженных никаким изменениям; они непрерывно развиваются, эволюционируют, в результате чего возникают новые генетические типы и виды почв и связанные с ними новые растительные формации.

Климат. Большое влияние на развитие почвообразовательных процессов имеет климат. Характер климатических условий определяется, главным образом, следующими элементами: температурой, осадками и испарением. Количественное выражение и комбинация элементов климата в различных частях нашей страны неодинаковы. Различают макроклимат и микроклимат.

Макроклиматом называют особенности климата, являющиеся общими для обширных пространств, измеряемых многими сотнями километров.

Микроклиматом называют особенности климата, свойственные мелким участкам, измеряемым сотнями и даже десятками метров. С климатом связано поступление тепла и влаги в почву; тепло и влага в свою очередь определяют характер растительности и интенсивность микробиологических процессов.

С климатом, следовательно, в значительной степени сопряжено обогащение почвы органическим веществом. При этом в одних случаях в почву поступает большое количество органических веществ, в других — ничтожно малое.

Обилие осадков в зоне избыточного увлажнения способствует промыванию почвы и выносу в нижние горизонты легко растворимых солей, в том числе и минеральных веществ, образующихся в результате разложения органических остатков.

В условиях засушливого климата легко растворимые соединения не только не выносятся, но, наоборот, накапливаются в верхних слоях почвы, приводя к засолению.

Климатические условия оказывают самое непосредственное влияние на химические, физические, физико-химические и биологические процессы в почве, в одном случае усиливая их, в другом — замедляя. С климатом в значительной степени связан водный режим почвы, играющий огромную роль в почвообразовательных процессах. Климатические условия в различных частях Советского Союза неодинаковы. Поэтому и почвообразовательные процессы в различных климатических зонах протекают по-разному, приводя к возникновению и развитию весьма разнообразных почв.

Рельеф. К числу факторов почвообразования относится рельеф, т. е. характер поверхности земли. Различают два основных типа рельефа — макрорельеф и микрорельеф.

Под макрорельефом подразумевается общий рельеф поверхности отдельных, более или менее обширных участков, иногда с весьма крупными колебаниями в высотном направлении. Наоборот, микрорельеф — это рельеф небольших площадей, обычно со слабыми неровностями, едва заметными высотными колебаниями, которые измеряются зачастую долями метра.

В качестве переходной формы между макро- и микрорельефом различают еще мезорельеф, понимая под этим термином рельеф часто чередующихся, иногда довольно глубоких западин и повышенных участков, где в противоположность микрорельефу экспозиция, т. е. отношение уклонов к странам света, уже играет некоторую роль.

К формам мезорельефа, например, относятся ландшафты бугристых морен, бугристо-холмистых песков и т. д.

Среди форм макрорельефа чаще выделяют: горную, пересеченную и равнинную.

Из наиболее часто встречающихся форм микрорельефа отметим бугорки, кочки, степные западины, или «блюдца», измеряемые немногими метрами в горизонтальном направлении и дециметрами — в вертикальном.

Рельеф как фактор почвообразования косвенным образом участвует в формировании почвенного покрова, и роль его сводится в основном к изменению воздействия на почву климатических условий. На равнинных участках, например, распределение атмосферных осадков, тепла и света всюду будет одинаковым; в гористой или холмистой местности в этом отношении наблюдается большая пестрота.

Пониженные участки, котловины и западины всегда в большей мере увлажняются, чем склоны и повышения; южные склоны получают больше тепла и света, чем северные.

Вот почему в районах с холмистым рельефом и наблюдается пестрота в почвенном покрове. Здесь на самых незначительных пространствах можно обнаружить самые разнообразные почвы, в областях же с однообразным, равнинным рельефом одни и те же почвы очень часто залегают на больших пространствах.

Возраст почвы. Природный процесс почвообразования совершается во времени. Поэтому возраст имеет большое значение в жизни и эволюции почв.

Необходимо различать абсолютный и относительный возраст почв.

Под абсолютным возрастом почв подразумевают промежуток времени, прошедший с момента возникновения той или иной почвы до настоящей стадии ее развития.

Абсолютный возраст почвы неразрывно связан с возрастом страны: чем раньше та или иная страна или местность освободилась из-под водного или ледникового покрова и чем раньше, сле-

довательно, материнские породы данной местности стали претерпевать процессы почвообразования, тем больший возраст будут иметь и сами почвы. И наоборот, более молодыми по возрасту будут те почвы, которые сформировались на материнских породах, где почвообразовательные процессы в силу тех или иных геологических причин начались относительно позже.

Однако в пределах любых частей суши, которые одновременно освободились от ледникового или водного покрова и имеют, следовательно, одинаковый абсолютный возраст, почвы отнюдь не всегда будут проходить в каждый данный момент одну и ту же стадию развития. Причина этого явления может обуславливаться как неоднородностью почвообразующих пород, так и различиями в рельефе, а также и другими местными условиями, от которых зависит направление и скорость биологических и геологических процессов на разных участках абсолютно одновозрастной территории.

При наличии этих условий темп и характер почвообразовательного процесса на отдельных участках данной территории будут неодинаковы, и почвенный покров в связи с этим будет представлен здесь почвами в разных стадиях развития.

Различие в стадиях развития почв на одной общей территории, имеющей одинаковый абсолютный возраст, называют относительным возрастом почв.

Проявление относительного возраста почв широко встречается в природе, особенно в областях с неровным рельефом, с разнообразными почвообразующими породами и растительностью, непосредственно влияющими на направление и скорость развития почвообразовательного процесса.

Взаимодействие природных факторов. К сказанному необходимо добавить, что влияние природных факторов на процесс почвообразования осуществляется не изолированно, не оторвано друг от друга, а в тесной взаимосвязи и взаимодействии. Каждый из них влияет не только на почву, но и на другие факторы. Кроме того, и сама почва в процессе развития оказывает определенное влияние на факторы почвообразования, в том числе и на климат, вызывая в каждом из них те или иные изменения.

Сочетание и комбинация природных условий почвообразования в действительности весьма разнообразны. Поэтому и почвенный покров на материках земного шара, в частности на территории СССР, отличается большой сложностью и разнообразием.

Производственная деятельность человека. С момента вовлечения целинных земель в культуру на первое место среди факторов почвообразования выступает производственная деятельность человека. Однако при этом природные факторы не перестают действовать на почву, но характер этого действия существенно меняется.

Пути и способы воздействия человека на почву весьма многообразны. Механическая обработка, внесение органических и минеральных удобрений, известкование, гипсование, осушение, орошение — все это такие мероприятия, которые коренным образом могут изменять направление почвообразовательных процессов и качество почв. На разных этапах развития общества роль и значение в этом отношении человека были различны.

При примитивном земледелии это влияние на почвенный покров сказывалось в результате главным образом раскорчевки, выжигания лесов и распашки целинных земель.

В северных областях удаление лесов часто приводило к процессам заболачивания почв, а в дальнейшем и к превращению их в болота.

В южных районах вырубки лесов на больших участках усиливали деятельность ветров, в частности суховеев, в резкой степени ухудшавших водный режим почв; удаление лесов и травяного покрова приводило вместе с тем и к усилению эрозии, к образованию и росту оврагов и смыву поверхностной, наиболее плодородной части почвы.

В результате хищнического истребления лесов и неправильного использования земли в условиях дореволюционной России огромные площади были изрезаны оврагами в Тульской, Рязанской, Орловской, Курской и Воронежской областях, в Среднем Поволжье и многих других районах. Низкая агротехника, присущая этому периоду, обуславливала систематическое истощение почв, понижение их плодородия.

Неограниченные возможности в деле улучшения качества почв, повышения их производительности открываются в нашей стране в условиях планового, социалистического хозяйства.

Освоение огромных площадей целинных и залежных земель Казахстана, Сибири, Урала, Поволжья, Северного Кавказа и нечерноземной полосы, орошение обширных пустынных пространств Средней Азии, приволжских и приднепровских степей, облесение засушливых южных и юго-восточных степных и лесостепных районов, осушение болот и превращение их в культурные пашни и сенокосные угодья в северных и центральных районах, создание земледелия в тундровой зоне — все это служит блестящим доказательством того, что только в условиях социалистического планового хозяйства возможна победа человека над стихийными процессами почвообразования и систематическое, планомерное улучшение качества почв и повышение их производительности.

Производственная деятельность человека, таким образом, является могучим фактором почвообразования, значение и роль которого всецело обуславливается характером социально-экономического строя страны, а следовательно, и уровнем развития производительных сил.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ В ПРОЦЕССЕ РАЗВИТИЯ

Обобщая все вышеизложенное, необходимо подчеркнуть, что всякая почва, как и почвообразовательный процесс, обуславливающий ее свойства и особенности, находится в постоянном развитии. Непрерывно развиваясь во времени и пространстве, всякое почвенное образование постепенно приобретает новые свойства и качества, эволюционирует, изменяется, переходя из одной разновидности в другую, из одного типа почвообразования в другой.

Поэтому и та зональная закономерность в распределении почвенных типов, которая наблюдается в настоящее время на материках земного шара, не застывшая, а динамическая, изменяющаяся во времени и пространстве в соответствии с изменениями как внешних условий или географической обстановки почвообразования, так и внутренних свойств самих почв.

Так, например, обширные площади болотных почв в лесолуговой зоне в далеком прошлом были заняты другими почвами; иными почвенными образованиями в прошлом были представлены земельные массивы, занятые в настоящее время солончаками и солонцами в южных областях нашей страны. Современная нам степная зона, например, вовсе не была всегда одной и той же почвенной зоной, где почвообразовательные процессы с самого их начала протекали в направлении формирования черноземных почв. В черноземной зоне, равно как и во всех других почвенных зонах, в историческом прошлом одни почвенные образования неоднократно сменялись другими.

Таким образом, современные почвенные зоны и типы почв, которые наблюдаются в природе, представляют собой не что иное как лишь статические моменты или отдельные стадии развития во времени и пространстве единого, непрерывного, действующего во всем мире почвообразовательного процесса.

В зависимости от условий среды, растительности и сочетания других факторов почвообразования этот общий для всех почв процесс приводит к формированию разных почв.

Почвы, почти однородные по форме в начальный период образования, с течением времени в разных условиях природных зон развиваются в разнообразные типы. Но все многообразие почв земного шара, почвенные типы всех природных зон объединяются одним общим в своей сущности почвообразовательным процессом — процессом синтеза и разрушения органического вещества. Общностью законов почвенных процессов обуславливается генетическое единство почв.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ГЕНЕЗИС, ХАРАКТЕРИСТИКА И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ СССР

ГЛАВА XI

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ

СОСТОЯНИЕ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОЧВЕННЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ

Почвенный покров нашей страны отличается большой сложностью и разнообразием. Не подлежит сомнению, что познание этого многообразия почв без определенной их группировки, или классификации, было бы в высшей степени затруднительным.

Поэтому приступая к изучению почвенного покрова на территории СССР, необходимо кратко остановиться на тех главных группировках, на которые в настоящее время подразделяются вообще все почвы земного шара.

Надо при этом подчеркнуть, что классификационная проблема в почвоведении является наиболее трудной и наименее разработанной, что объясняется сравнительной молодостью науки о почве, в связи с чем многие почвенные образования изучены еще с недостаточной полнотой, а также и тем, что из всех тел живой и неживой природы почвы являются наиболее трудным объектом для классификационных построений.

Тем не менее вопросами почвенной классификации занимались многие исследователи, и они в этом направлении немало сделали.

Наиболее надежной естественной основой для группировки почв является их генезис, т. е. совокупность условий и процессов почвообразования, от которой зависят как внешние, так и внутренние важнейшие свойства почв. Классификация, построенная на этой основе, называется генетической.

Первая генетическая классификация почв была предложена В. В. Докучаевым в 1886 г. В ней учитывалось влияние основных факторов почвообразования: почвообразующих пород, рас-

тельности, климата, рельефа местности. В своем последнем варианте она имела следующий вид.

Класс А. Нормальные, иначе растительно-наземные, или зональные, почвы. Они вполне отвечают обычному, так сказать, нормальному, сочетанию физико-географических и геобиологических особенностей данной почвенной области или зоны. Сюда относятся следующие группы. I — бореальная зона: тундровые (темно-бурые) почвы; II — таежная зона: светло-серые подзолистые почвы; III — лесостепная зона: серые и темно-серые почвы; IV — степная зона: черноземные почвы; V — пустынно-степная зона: каштановые и бурые почвы; VI — аэральная, или зона пустынь: аэральные почвы, желтоземы, белоземы и пр.; VII — субтропическая и тропическая лесная зоны: латеритные, или красноземные, почвы.

Класс В. Переходные почвы. Эти почвы хотя и залегают на месте своего образования, но не совсем отвечают нормальному сочетанию физико-географических и геобиологических условий данной области; при их образовании всегда доминирует какой-либо один из главных почвообразователей, например, рельеф, грунт, избыток влаги, испарение и пр.

По характеру происхождения рассматриваемые почвы занимают среднее, переходное место между почвами нормальными и аномальными. Сюда относятся почвенные группы: VIII — наземно-болотные, или болотно-луговые, IX — карбонатные, или рендзиновые и X — вторичные солонцы.

Класс С. Аномальные почвы. Эти почвы не связаны генетически с нормальным комплексом физико-географических и геобиологических условий, обычно они связаны с соответственными поверхностными геологическими образованиями и гидрологическими условиями. Но тем не менее, подобно последним, они объяснены своим происхождением воздействием климата, организмов и пр. и легко могут сделаться нормальными почвами после прекращения чисто динамических процессов. Сюда должны быть отнесены: XI — болотные почвы, XII — аллювиальные и XIII — эоловые, как типично лёссовые, так и дюнные.

Почвенная классификация, разработанная В. В. Докучаевым, получила широкое распространение.

В 1925 г. была опубликована классификация К. Д. Глинки, в которой почвы объединялись в 5 типов: 1) латеритный, 2) подзолистый, 3) степной, 4) болотный и 5) солонцовый.

В основу этой классификации были положены типы почвообразования, т. е. способы образования почв, от которых зависят их внешние и внутренние важнейшие свойства.

Почвенная классификация К. Д. Глинки сыграла значительную роль в истории развития почвоведения.

В 1927 г. С. А. Захаров разработал новую почвенную классификацию. В этой классификации почвенные типы были сгруппи-

рованы по преобладающему фактору почвообразования: климатогенный, орогенный, гидрогенный, галогенный, флювиогенный, литогенный.

Будучи явно односторонней, построенной на учете только одного какого-либо фактора почвообразования, классификация С. А. Захарова не получила дальнейшего развития.

Интересная попытка создания почвенной классификации, в которой почвенные типы рассматриваются как отдельные стадии процесса почвообразования, генетически связанные одна с другой, принадлежит П. С. Коссовичу. Он подразделил все почвы на 2 класса: класс А — почвы генетически самостоятельные и класс В — почвы генетически подчиненные. К первому классу отнесены почвы, в которых преобладают явления выноса различных веществ под влиянием влаги атмосферных осадков, ко второму — почвы, в которых принос различных веществ преобладает над выносом.

П. С. Коссович ввел новое понятие о типе почвообразования, объединяющем генетически близкие типы почв. Им было выделено 7 основных типов почвообразования в классе генетически самостоятельных почв (пустынный, пустынно-степной, степной, или черноземный, подзолистый, тундровый, латеритный и болотно-моховой) и 4 типа в классе генетически подчиненных почв.

В концепции П. С. Коссовича развитие почв идет в сторону прогрессивного выщелачивания. Это является существенным недостатком его системы. Кроме того, почвенная классификация П. С. Коссовича основана исключительно на превращениях минеральной части почвы и совершенно не учитывает процесса биологической аккумуляции, составляющей наиболее характерную часть почвообразовательного процесса.

В классификации, разработанной С. С. Неуструевым в 1925 г., даны две категории почв: автоморфная и гидроморфная. Автоморфные почвы образуются под влиянием климата, гидроморфные — под влиянием близких к поверхности грунтовых вод.

К категории автоморфных почв им отнесены 13 типов почвообразования, которым соответствуют определенные типы почв: латерит, боксито-латерит, краснозем, желтозем, бурозем, подзолистые почвы, солонцы и солонцеватые почвы, чернозем, темно-каштановые и светло-каштановые почвы, серозем и краснозем предпустынь и пустынь, примитивные почвы сухих тундр.

В отдел гидроморфных почв С. С. Неуструев включил 4 типа процессов: засоление, образование болотных руд, глееобразование, торфо- и углеобразование.

В 1925 г. К. К. Гедройц предложил классификацию почв, основанную на одном из внутренних свойств почвы — составе поглощенных оснований. Им выделены почвы, насыщенные щелочно-земельными основаниями, почвы с преобладанием в со-

стае обменных катионов натрия и почвы, не насыщенные основаниями.

К первой группе отнесены черноземы, сероземы и частично каштановые почвы, ко второй группе — солонцы, бурые и южные каштановые почвы и к третьей — подзолистые и латеритные почвы. Недостатком этой классификации является то, что в ней почвы характеризуются только в отношении состава обменных катионов, вопросы же о взаимосвязи и эволюции почв рассматриваются только в пределах солонцовых почв.

Тем не менее, отражая внутренние существенные свойства почв, классификация К. К. Гедройца явилась новым шагом в развитии классификационных построений.

В 1933 г. появилась схема Б. Б. Полынова, основанная на идее развития почв во времени. Однако она не нашла практического применения, так как в ней не был учтен биологический фактор и широко использовался ошибочный взгляд П. С. Коссовича о прогрессивном выщелачивании почв.

В 1939—1942 гг. опубликована схема И. П. Герасимова, А. А. Завалишина и Е. Н. Ивановой. В этой схеме основным подразделением является тип почвы, который рассматривается как стадия почвообразования. Типы подразделены на подтипы — фазы развития данного типа; подтипы подразделяются на классы и виды, которые объединены в ряды по гидротермическим условиям. В этой схеме учитывается влияние рельефа, характера увлажнения, состава материнских пород и грунтовых вод, но биологический фактор учтен недостаточно.

В 1958 и 1959 гг. Е. Н. Ивановой и Н. Н. Розовым выдвинуты новые предложения по вопросу почвенной классификации, согласно которой «схема должна строиться, исходя из идеи развития как в плане эволюции отдельных почв, так и почвообразования в целом. Схема должна учитывать водный режим почв и явления гидроморфизма» и т. д. Однако основной показатель — производственные свойства почвы — в этой схеме не получил отражения.

Таким образом, в целом вопрос о классификации почв требует дальнейшей разработки, при этом весьма важно иметь в виду следующее (К. П. Горшенин).

1. Классификационные подразделения почв должны соответствовать их производственным свойствам.

2. Свойства почв как природного образования и как средства производства стоят в прямой связи с теми географическими условиями, в которых находится почва. Поэтому классификация должна отображать эти условия.

3. Классификация должна быть научной основой для составления списков почв по отдельным регионам. В последующем в этих списках должно быть отражено культурное состояние почв.

Правильная и действенная почвенная классификация может быть разработана только в том случае, если в ней найдут отражение производственные свойства почв. Как бы стройно ни была разработана классификация, она будет абстрактной и неприемлемой, если не соответствует производственным свойствам почвы. Отсюда понятны и те особые подходы, которые должны быть использованы при разработке почвенной классификации. В этих целях при Почвенном институте Министерства сельского хозяйства СССР создана постоянно действующая комиссия по разработке классификации почв.

ОСНОВНЫЕ ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ В СИСТЕМАТИКЕ ПОЧВ

В настоящее время основной классификационной единицей в почвоведении принято считать почвенный тип.

Под типом почвы разумеется суммарное понятие о большом ряде конкретных почв, объединяемом некоторыми общими, наиболее существенными и характерными свойствами, однотипностью почвообразовательного процесса и природных условий почвообразования в течение длительного периода времени.

Основными почвенными типами являются следующие: тундровые глеевые почвы; дерново-подзолистые почвы; болотные почвы; серые лесные почвы; черноземы; каштановые почвы; бурые пустынно-степные почвы; сероземы; серо-бурые пустынные почвы; солончаки; солонцы; солоди; такыровидные почвы; такыры; бурые горно-лесные почвы; горно-луговые почвы; горные лугово-степные почвы; красноземы; желтоземы; пойменные аллювиально-дерновые почвы.

Каждый генетический тип почв формируется под влиянием определенного сочетания факторов почвообразования и охватывает большие группы почв, отдельные представители или варианты которых могут некоторыми чертами заметно отличаться один от другого (например, степенью выраженности почвообразовательного процесса, содержанием перегноя, механическим составом и другими признаками). Но связанные общностью природных условий происхождения и развития, все эти почвы будут характеризоваться одними и теми же основными свойствами и будут принадлежать, следовательно, к одному и тому же почвенному типу.

Каждый почвенный тип в свою очередь подразделяется на подтипы, виды и разновидности.

Под тип означает группу почв в пределах типа, качественно отличающуюся по проявлению одного из налагающихся процессов и по выраженности основного процесса почвообразования.

Вид — группа почв в пределах подтипа, выделяемых по степени развития почвообразовательных процессов (степень опод-

золенности, количество гумуса и мощность гумусового слоя, степень засоленности и т. д.).

Разновидность — подразделение, выражающее механический состав почвы.

ПОЧВЕННЫЕ ЗОНЫ, ПРОВИНЦИИ, КОМПЛЕКСЫ И ИХ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ

Распространение почвенных типов на материках земного шара имеет определенную закономерность. Эта закономерность заключается в том, что каждый почвенный тип является преобладающим на определенной территории, образуя почвенную зону, или почвенный пояс.

Зональная закономерность впервые была установлена В. В. Докучаевым. Он писал, что уже из самого определения почвы как результата совокупной деятельности известных почвообразователей следует, что она должна распространяться по земной поверхности порайонно и соответственно тем зонам, в какие укладываются дикая растительность, животные, климат, отчасти материнские горные породы и пр.

Почвенные зоны закономерно сменяют одна другую в направлении с севера на юг. Большинство из них представляет полосы неодинаковой ширины в различных частях зоны, причем местами эти полосы прерываются, распадаются на отдельные островки, полоски, а иногда обрываются совершенно, не захватывая, например, приморских частей материка и горных областей.

Почвенные зоны, сменяющие одна другую в направлении с севера на юг, называются **горизонтальными зонами**. Кроме них, существуют еще **вертикальные зоны**, под которыми понимается закономерная смена почв в горных областях, начиная от предгория до вершин горных кражей.

Изучение какой-либо горизонтальной зоны показывает, что один и тот же почвенный тип в различных местах зоны выражен не вполне одинаково. Такие изменения одного и того же типа наблюдаются как в меридиональном, так и в широтном направлениях.

Поэтому любая почвенная зона может быть разбита на подзоны, сменяющие одна другую с севера на юг, а также иногда и на провинции, устанавливаемые в направлении с запада на восток.

Почвенной подзоной называется широтная или высотная часть почвенной зоны, характеризующаяся преобладанием определенного подтипа зональной почвы этой зоны.

Почвенной провинцией называется часть почвенной зоны или подзоны, характеризующаяся определенными отличиями в строении и составе подтипов почв, обусловленными

различиями биоклиматических условий отдельных частей зоны.

В качестве примера разделения почвенных зон на провинции в пределах СССР можно привести следующий список провинций и зон для равнин и плосковершинных возвышенностей (К. П. Горшенин).

Для лесной зоны: 1) западноевропейская, 2) восточноевропейская, 3) западносибирская, 4) среднесибирская, 5) восточносибирская.

Для лесостепной зоны: 1) западноевропейская, 2) восточноевропейская, 3) западносибирская, 4) приуральская, 5) приалтайская, 6) присаянская, 7) восточносибирская.

Для черноземно-степной зоны: 1) западноевропейская, 2) предкавказская, 3) восточноевропейская, 4) приуральская, 5) западносибирская, 6) североказахстанская (мелкосопочник), 7) приалтайская, 8) присаянская, 9) восточносибирская.

Для зоны сухих степей: 1) украинская, 2) приволжская, 3) казахстанская, 4) восточносибирская.

Ни в одной почвенной зоне почвенный покров не является однородным, а всегда, как правило, он представлен несколькими подтипами, видами и разновидностями.

Нередко в любой почвенной зоне, помимо основного или преобладающего типа почв, залегают в том или ином количестве и почвы других типов.

Этим самым еще в большей степени разнообразится почвенный покров.

В тех случаях, когда в состав почвенного покрова входят резко различные почвы и смена одних почв другими происходит на небольших сравнительно расстояниях, выделяются почвенные комплексы. Если изменение почвенного покрова выражено менее резко и почвы одного типа занимают большие площади, выделяются почвенные сочетания.

В связи с этим в почвенных провинциях выделяются еще почвенные округа и почвенные районы.

Почвенным округом называется часть почвенной провинции, характеризующаяся сочетанием почвенных комплексов, обусловленным особенностями рельефа и почвообразующих пород.

Почвенным районом называется часть почвенного округа или в отдельных случаях почвенной провинции, в горных условиях — часть почвенной зоны и подзоны, характеризующаяся однородностью почвенного покрова по сочетанию подтипов и разновидностей почв, обусловленной однородностью рельефа, почвообразующих пород и других факторов почвообразования.

Наконец, следует отметить, что некоторые типы почв, например солончаки, солонцы, солоды и дерново-аллювиальные пой-

менные почвы, не образуют самостоятельных почвенных зон, а встречаются внутри нескольких почвенных зон.

Такого рода почвенные образования получили название интразональных почв.

Таковы в самых общих чертах закономерности зонального распространения почв на земной поверхности.

На обширной территории нашей страны имеются все представители почв, за исключением лишь типичных красноземов, образование которых имеет место главным образом в условиях тропического климата.

Главнейшими почвенными зонами в пределах равнинной территории СССР являются: тундровая, дерново-подзолистая, или лесо-луговая, лесостепная, черноземная, или лугово-степная, зона каштановых почв, или сухих степей, сероземная, или зона пустынных степей, красноземная, или зона влажных субтропиков.

В каждой из этих почвенных зон обычно преобладает один какой-либо тип почв, но наряду с ним неизбежно имеются и другие, сопутствующие типы.

Тундровая зона характеризуется широким развитием почв болотного типа.

В дерново-подзолистой, или лесо-луговой, зоне преобладают почвы дерново-подзолистые, подзолистые и дерновые, значительное распространение имеют болотные почвы.

В лесостепной зоне характерными почвами являются серые лесные почвы, в сочетании с которыми значительное место занимают черноземы.

Черноземная, или лугово-степная, зона характерна развитием зональных черноземных почв, а также наличием солончаков, солонцов и солодей.

В зоне каштановых почв, или сухих степей, преобладают каштановые и бурые почвы; значительное распространение здесь имеют солончаки, солонцы и солоды.

Сероземная, или зона пустынных степей, характеризуется широким развитием сероземов, на фоне которых часто встречаются солончаки, такыры и песчаные пустыни.

Красноземная, или зона влажных субтропиков, характеризуется развитием красноземов и желтоземов.

Ниже мы переходим к характеристике почвенного покрова нашей страны по каждой почвенно-климатической зоне в отдельности.

Группа интразональных почв — солончаки, солонцы, солоды и почвы речных пойм — будет описана отдельно.

ГЛАВА XII

ПОЧВЫ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ТУНДРЫ

Тундровая зона занимает обширную территорию на Крайнем Севере СССР. В европейской части СССР она охватывает северную половину Кольского полуострова и далее на восток все побережье Ледовитого океана несколько севернее Полярного круга. В Сибири южная граница тундровой зоны проходит по Полярному кругу до реки Енисея, где она поднимается на север и тянется на восток по 70-й параллели до реки Колымы; далее она спускается на юго-восток, примерно к основанию полуострова Камчатка.

Зона тундры охватывает также острова Вайгач, Колгуев, Новая Земля, Северная Земля и др.

Южная граница тундры почти полностью совпадает с южной границей холодного пояса, т. е. идет почти точно по июльской изотерме воздуха в $+10^{\circ}$.

Пространство, занятое тундрой, составляет около 3 млн. кв. км, или 15% всей территории СССР.

Изучению тундровой зоны в нашей стране уделяется большое внимание. В исследованиях этой обширной зоны принимали участие многие наши ученые: Г. И. Танфильев, Б. Н. Городков, Ю. А. Ливеровский, М. И. Сумгин, Е. И. Цыпленкин, В. Н. Сукачев, Л. С. Берг, А. А. Григорьев и др. Тем не менее природа тундровой зоны, в частности почвенный покров ее, изучен еще недостаточно. То, что уже сделано в этом направлении, представляет лишь первый шаг в познании этого огромного, своеобразного и по-своему весьма богатого и перспективного края.

Климат. Климатические условия тундры характеризуются низкой среднегодовой температурой, продолжительной холодной зимой, коротким летом и малым количеством осадков, что наглядно видно из данных, приведенных в табл. 18.

По климатическим особенностям тундровая зона может быть разделена на 5 областей: западную — с мягким морским климатом, восточноевропейскую — с климатом переходным от морского

к континентальному; западносибирскую — с континентальным климатом; восточносибирскую — с резко континентальным климатом; дальневосточную — с холодным морским климатом.

Таблица 18

Климатические показатели тундровой зоны

Населенный пункт	Средняя температура (градусов)				Число дней в году с температурами		Среднее количество осадков (мм)	
	годовая	января	июля	годовая амплитуда	> 0°	> 5°	годовое	летнее
Териберка	—0,2	—8,4	10,7	19,0	171	109	447	145
Пустозерск	—4,4	—18,4	12,2	30,6	141	95	405	146
Дудинка	—10,9	—30,2	12,7	42,9	109	78	254	82
Хатанга	—13,5	—34,8	11,6	46,4	107	74	227	89
Булун	—14,2	—40,9	12,0	52,9	116	87	240	110
Нижне-Колымск . . .	—13,0	—37,9	11,5	49,4	124	92	149	70

Западная часть тундры (север европейской части СССР) отличается наиболее мягким климатом. Средние годовые температуры здесь отрицательные, но немного ниже нуля. Температуры января около -10° , а июля около $+11^{\circ}$. Количество осадков около 400 мм или больше при явном преобладании зимних осадков над летними.

По мере движения к востоку резко нарастает суровость климата тундры. Так, уже на востоке европейской части СССР годовые температуры падают до -4 — -5° при температуре января -18 — -19° .

Еще более резкие изменения происходят при передвижении в Сибирскую тундру, где средние годовые температуры доходят до -15 — -17° , а на крайнем востоке повышаются до -9° . В Чукотской тундре температуры января от -30 до -40° . На крайнем востоке они поднимаются до -25° . Температуры июля находятся в пределах 11 — 13° , т. е. выше, чем на западе.

Очень низкие зимние температуры в тундровой зоне Восточной Сибири вызваны влиянием азиатского максимума давления, что обуславливает ясную погоду, слабые ветры и сильное охлаждение воздуха над снежным покровом. Наблюдается здесь также поступление крайне холодного континентального воздуха умеренных широт.

В Сибирской тундре резко снижается годовое количество осадков, которое редко достигает 250 мм, а во многих пунктах опускается до 150—120 мм.

Таким образом, к востоку, как и по другим зонам, нарастает континентальность климата, который несколько смягчается на крайнем востоке.

Зимой часто дуют сильные сухие ветры, от которых вымерзает вся растительность, выступающая из-под снега. Снежный период очень продолжителен (до 280 дней), но толщина снежного покрова невелика. Больше всего выпадает осадков в июле — августе и сентябре, меньше всего — в феврале — марте.

Испарение влаги в этой зоне очень незначительно и в среднем не превышает 50 мм в год. Преобладание атмосферных осадков над испарением создает условия для большого увлажнения почв, вследствие чего на поверхности тундры постоянно задерживается вода и развитие почв совершается при избытке влаги. Малая мощность снежного покрова делает возможным глубокое промерзание почвы.

В западной части тундровой зоны, находящейся под влиянием теплого течения Гольфстрим, в летнее время почва оттаивает, но большая часть тундровой зоны скована вечной мерзлотой.

Вечная мерзлота в тундровой зоне является весьма важным фактором.

Под вечной мерзлотой, по определению проф. М. С. Сумгина, понимают такой находящийся на некоторой глубине от дневной поверхности слой почвы или грунта, который имеет отрицательную температуру, длящуюся непрерывно минимум 2 года, максимум — тысячелетия и десятки тысячелетий.

Географическое распространение вечной мерзлоты в пределах нашей страны очень велико, особенно в азиатской части СССР, восточнее Красноярска. Здесь южная граница сплошного распространения вечной мерзлоты проходит южнее Иркутска, Читы, Хабаровска и устья Амура.

Слой вечной мерзлоты имеет различную мощность, но во многих случаях толщина его очень значительна. Так, например, у берегов Карского моря, в Амдерме, на северной оконечности Пай-Хоя вечно мерзлая толща была пройдена бурением на глубину 400 м, в Забайкалье у станции Бушулей вечная мерзлота имеет мощность 66—70 м, на Дальнем Востоке — 50 м и т. д. К югу мощность вечно мерзлого слоя постепенно уменьшается, доходя до 1—2 м.

Над толщей вечной мерзлоты лежит незначительный слой земли, замерзающий зимой и оттаивающий летом. Называется он деятельным слоем. Глубина летнего оттаивания колеблется чаще всего в пределах 30—150 см в зависимости от географической широты, а также от механического состава почвы и мощности торфа. В песчаных почвах оттаивание проникает на глубину до 100—150 см, в суглинистых — до 70—100 см, в торфянистых — до 30—40 см. В этом ограниченном слое происходят биологические процессы и развиваются почвы.

Мерзлота оказывает громадное влияние на лежащий над ней деятельный слой: она охлаждает почву, не позволяет воде

проникать вглубь и тем содействует застыванию воды на поверхности почвы. Присутствие вечной мерзлоты при малом количестве осадков в летние периоды нередко вызывает своеобразное явление физиологической сухости, играющее весьма важную роль в жизни арктических растений.

Влага в слое почвенной мерзлоты недоступна для растений; если лед тает, то образовавшиеся талые воды, обладая низкой температурой, являются мало пригодными для растений.

В тундре нет резкой грани, разделяющей весну и лето, и о переходе весны к лету и от лета к осени можно говорить лишь условно. За начало лета обычно принимают исчезновение снега на большей части тундры, а за его конец — первые морозы и снегопады в конце августа.

Лето в тундре короткое и холодное, но с длинным световым днем; заморозки случаются и летом. Солнце в тундре показывается мало, облачность очень велика и в среднем около $\frac{3}{4}$ неба постоянно покрыто облаками. Относительная влажность воздуха в зимний период очень низкая, а летом весьма высокая и в августе нередко достигает 80—90%.

Вегетационный период в среднем равен 2—2,5 месяцам, зато с наступлением тепла благодаря большой длине светового дня растения развиваются бурно и быстро зацветают.

Растительность. В связи с суровыми климатическими условиями растительность в тундре развита слабо и состоит только из неприхотливых северных растений, приспособившихся к низким температурам короткого вегетационного периода. Существенная черта тундры, дающая повод называть ее арктической степью, — ее безлесность.

Слово «тундра» (*tunduri*), взятое из финского языка, обозначает безлесные места.

Многие причины препятствуют развитию леса в тундре, но главными из них являются низкая температура почвы и наличие вечной мерзлоты, оттаивающей в течение короткого лета лишь на ничтожную глубину, сильные ветры, высокая относительная влажность воздуха и значительная заболоченность территорий. В этих условиях семена деревьев прорастают слабо, а всходы их не выживают.

Флора тундровой зоны вообще очень однообразна и бедна по сравнению с другими природными зонами и едва насчитывает 250—500 различных видов растений.

Широкое распространение в тундре имеют мхи, лишайники, некоторые осоки и злаки, которые здесь, однако, не образуют сплошного растительного покрова, а растут отдельными кустиками и дерновинками.

Среди растений преобладают кустарнички брусничного типа, кустарнички верескового типа, черника, голубика и др. Все тундровые растения обнаруживают многочисленные признаки

ксероморфизма, т. е. приспособленности к засушливым условиям жизни.

Характерной особенностью, присущей растительности тундры, является склонность растений расти подушками, или дерновинками, что дает им лучшую защиту от ветра, а следовательно, и от выдувания, столь губительного в тундре. Связная дернина встречается только по низинам, которые зимой заносятся снегом, а летом обильно увлажняются.

Следует еще отметить, что большую роль в тундре играют лишайники, в особенности ягель, или олений мох, являющийся основным кормом для оленей.

Почвообразующие породы. В качестве почвообразующих пород в зоне тундры выступают главным образом ледниковые отложения, затем осадки бореальной морской трансгрессии и в значительной части элювиальные образования различных кристаллических пород.

По механическому составу они довольно разнообразны: иногда это пластичные серые глины, иногда более песчаные глины и суглинки, а иногда пески. Очень часто они слоисты и содержат остатки морской фауны, а нередко и валуны.

Среди указанных наносов имеются местами и выходы различных коренных пород, в том числе и кристаллических.

В Восточной Сибири тундра располагается на каменистых породах и продуктах их выветривания.

Рельеф. Значительные пространства тундровой зоны представлены главным образом равниной и невысокими буграми. Равнинный рельеф тундры очень часто разнообразится наличием замкнутых понижений, занятых озерами, наличием речных долин и отрогов горных хребтов, пересекающих во многих местах эту обширную зону. В горных областях Сибири распространена каменистая горная тундра.

По природным условиям зона тундры не однообразна и может быть подразделена на следующие подзоны: арктическую, кустарниковую, южную тундру и лесотундру.

Арктическая тундра располагается по северной окраине страны, где нет ни деревьев, ни кустарников; последние, если и появляются, то лишь по течению рек. Широко распространена здесь пятнистая тундра. Пятнистая тундра состоит из голых глинистых пятен величиной с тарелку или колесо, обычно совершенно лишенных растительности. Пятна вкраплены в сухую тундру, покрытую растительностью, или же лишь окаймлены бордюром из мхов, лишайников, мелких осок и др.

Происхождение этих пятен еще точно не установлено. По мнению большинства исследователей, пятна в тундре образуются следующим образом. Обнаженная глинистая поверхность при замерзании и высыхании растрескивается и распадается на неправильные многоугольники или округлые участки; края

трещин затем осыпаются, и в образовавшихся ложинках поселяется растительность, но поверхность пятна остается голой, так как из-за сильных ветров растительность не может укорениться; весной голые пятна быстро оттаивают и расплываются. В разрезе пятен нет погребенных растительных слоев и гумусового горизонта. В то же время следы оглеения в профиле почвы явно обнаруживаются. Сфагновые торфяники в этой подзоне отсутствуют.

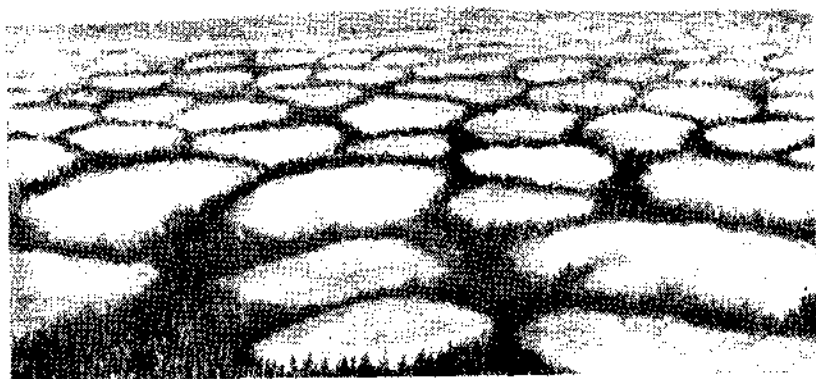


Рис. 1. Пятнистая тундра.

Кустарниковая, или типичная, тундра идет южнее арктической и занимает огромные пространства; здесь также нет деревьев, а кустарниковые заросли встречаются не только по течению рек, но и по междуречным пространствам. Растительность, свойственная этой части тундры, распадается на 3 яруса: верхний — кустарниковый, средний — травянистый и нижний — лишайниково-моховой.

В первом ярусе преобладает березовый ерник, багульник, кустарниковая ива, голубика и др. В среднем, травянистом, ярусе широкое развитие имеют осока, водяника, овсяница, брусника и др. В нижнем, непосредственно покрывающем почву, ярусе господствуют бурые и зеленые мхи и лишайники. Здесь же нередко встречаются сфагновые торфяники обычно в виде бугров высотой 1—3 м, весьма характерных для так называемой бугристой тундры. Эти торфяные бугры состоят главным образом из мхов и лишайников.

Поверхность бугров обычно покрыта ползучими деревянистыми растениями: багульников, водяникой, голубикой, брусничкой, подбелом, болотным вереском, карликовой березой и карликовой полярной ивой. Значительные площади здесь заняты лишайниковыми (ягельными) и лишайниково-моховыми ассоциациями.

В долинах рек растут те же кустарники, что и на водоразделах, но здесь они достигают более значительной высоты, иногда 1—1,5 м. На берегах речек и озер нередко встречаются заросли осок, а в долинах рек ивняки; всюду в изобилии встречается карликовая березка.

Южная тундра расположена южнее кустарниковой. Характерной особенностью этой подзоны является наличие лесной растительности, расположенной только вдоль течения рек. На водораздельных пространствах среди кустарниковых зарослей изредка встречаются отдельные деревья (ель, береза и лиственница). Широкое развитие имеют сфагновые мхи, образующие мелкие торфяники.

Лесотундра представляет собой переходную полосу от тундровой зоны к лесной. Она расположена по южной окраине тундры, на границе с областью сплошных лесов. В этой подзоне леса растут не только вдоль рек, но небольшими островками встречаются и в междуречье, на водораздельных пространствах.

Первыми обычно поселяются здесь полярные виды березы и лиственница, всегда покрытые лишайниками и сильно угнетенные. Суровые условия тундры, бедность почв питательными веществами, наличие в большей части тундры на небольшой глубине вечной мерзлоты весьма затрудняют рост и развитие древесных растений. Деревья, насчитывающие 200—300 лет, низкорослы, корявы, сучковаты, имеют диаметр около 5—8 см.

Леса здесь обычно приурочены к небольшим, но весьма многочисленным песчаным и глинистым холмкам, понижения между которыми заняты болотистыми пространствами или густыми зарослями кустарников из мелкой ивы, карликовой березы, а там, где местность повыше, еще и можжевельником.

На сухих местах почва покрыта лишайниками, гипновыми и другими мхами; на влажных местах располагаются сфагновые кочковатые болота; кочки из пушицы густо обрастают моршкой, мхом, березовым ерником, водяникой, а иногда и можжевельником. Сфагновые торфяники в этой подзоне сильно развиты.

ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В ТУНДРЕ

Развитие почвообразовательного процесса в тундре отличается большим своеобразием. Основные особенности почвообразования в тундре связаны с низкими температурами и высокой влажностью воздуха. Большое влияние имеет также вечная

мерзлота, препятствующая пронякновению влаги вглубь, поэтому вся толща тундровой почвы постоянно оказывается крайне влажной. Вместе с тем наличие влаги затрудняет доступ кислорода в более глубокие слои почвы, в результате чего в почвах тундры всегда господствует анаэробнозис.

Развитие анаэробных процессов приводит, с одной стороны, к образованию в почве закисных соединений железа, а с другой, — к накоплению мертвого органического вещества в виде торфа.

Низкие температуры и непродолжительность вегетационного периода препятствуют интенсивному развитию биологических процессов.

Весьма слабое развитие в почвах тундры имеют процессы химического выветривания, преобладающим здесь является физическое, морозное выветривание. Растительность развита скудно. Деятельность микроорганизмов в тундровых почвах угнетена. Микрофлора этих почв однообразна и количественно бедна; в ней преобладают главным образом микобактерии, плесневые грибы и актиномицеты.

Вследствие плохой аэрации в почвах тундры почти полностью отсутствует такой фиксатор азота, как азотобактер, и связывание азота в этих условиях осуществляется главным образом анаэробными бактериями. Нитрификация в почвах выражена крайне слабо, а во многих случаях и вовсе не обнаруживается. Процессы нитрификации явно проявляются лишь в луговых тундровых почвах, развивающихся на наиболее сухих местах под злаковой растительностью, но удельный вес этих почв в общем почвенном покрове тундровой зоны сравнительно ничтожен.

Вследствие слабого развития микробиологической деятельности процессы минерализации органического вещества в почвах идут весьма медленно. Поэтому содержащиеся в торфе зольные элементы остаются недоступными для травянистых и деревянистых растений.

Вследствие слабого развития растительности ежегодный прирост и поступление органического вещества в почву весьма ничтожны. Поэтому и мощность торфяного слоя болот в тундре очень невелика и обычно не превышает 1 м, редко достигая и этой величины. Нередко встречаются заболоченные участки и вовсе лишенные торфянистого слоя.

Развитие почвообразовательного процесса в тундровой зоне осуществляется главным образом под пологом мохово-лишайникового и кустарникового покрова при незначительном участии или даже отсутствии травянистой растительности.

В результате таких условий почвообразования дерновый процесс в тундре проявляется крайне слабо. Поэтому в профиле почв тундровой зоны обнаруживается обычно лишь едва заметный на глаз перегнойный горизонт мощностью около 3—9 см;

имеющий несколько более темно-серую окраску по сравнению со всей почвенной толщей. Иногда же этот горизонт совсем не выражен.

В столь же слабой степени проявляется здесь и подзолообразовательный процесс, сущность которого будет рассмотрена несколько ниже. Наличие слоя вечной мерзлоты, расположенного неглубоко от поверхности, препятствует просачиванию воды сверху вниз, а следовательно, исключает возможность выщелачивания и оподзоливания почвы. Этим и объясняется тот факт, что в тундровых почвах подзолистый горизонт в большинстве случаев совсем отсутствует или же выражен весьма слабо. Только на песчаных и супесчаных материнских породах, обладающих хорошей водопроницаемостью, обычно встречаются почвы с заметно развитым подзолистым горизонтом.

При этом оподзоливание начинается обычно непосредственно с поверхности под слоем подстилки из отмершей скудной тундровой растительности.

В то же время почти во всех без исключения почвах тундровой зоны как результат развития восстановительных процессов резко выражено оглеение. При этом в одних почвах обнаруживаются лишь неяркие сизые и охристые пятна, в других же оглеением охвачена вся толща почвы с характерной ярко-синей окраской.

Нередко в почвах тундры сплошной глеевый горизонт залегает непосредственно под лишайниково-моховой растительностью и простирается на 25—30 см в глубину. Иногда же, наоборот, хорошо выраженный глеевый горизонт залегает в нижней части профиля над слоем вечной мерзлоты, а поверхностный слой почвы оглеен слабо.

Наиболее распространенными почвами в тундровой зоне являются полигональные, глеевые, торфяно-глеевые, подзолисто-глеевые, торфяники и дерновые луговые.

Полигональные почвы свойственны наиболее северной окраине тундровой зоны и широко встречаются в северной части полуостровов Ямал и Таймыр, а главным образом на островах Северного Ледовитого океана. Это своеобразные почвенные образования, поверхность которых разбита морозобойными трещинами на многоугольники до 10 м в поперечнике. Состоят они обычно из грубого обломочного материала с небольшой примесью мелкозема. Эти образования почти лишены растительности или же покрыты преимущественно лишайниками и мхами.

Полигональные почвы отличаются едва выраженным перегнойным горизонтом, мощность которого не превышает 2 см, ничтожным количеством органического вещества, слабокислой или нейтральной реакцией и значительной насыщенностью кальцием и магнием. Некоторое представление об этих свойствах полигональных почв дает табл. 19.

Глеевые почвы являются наиболее типичными и широко распространенными в тундровой зоне. Поверхность их нередко лишена заметного слоя органического вещества, иногда же имеет перегнойно-торфяной слой мощностью до 4 см, под которым залегает глеевый горизонт с ярко выраженной синей окраской.

Таблица 19

Агрохимические показатели полигональной тундровой почвы
(по Д. Г. Виленскому)

Горизонт	Гигроскопическая вода (процент)	Перегной (процент)	Поглощенные катионы					pH
			м-экв на 100 г почвы			процент от суммы		
			Ca	Mg	сумма	Ca	Mg	
A	8,40	1,36	10,00	5,91	15,91	62,8	37,2	6,8
C	3,05	0,20	3,96	5,76	9,72	40,7	59,3	7,4

Глеевые почвы характеризуются слабокислой или нейтральной, реже — слабощелочной реакцией. Поверхность этих почв в большинстве случаев покрыта густой сетью морозобойных трещин до 30—50 см глубиной, которые в некоторой степени играют роль естественного дренажа.

Торфяно-глеевые почвы характеризуются наличием на их поверхности торфяного слоя мощностью до 10—20 см, под которым залегает гумусовый горизонт толщиной 2—3 см, и резко выраженным глеевым горизонтом. Они занимают обширные пространства как в арктической тундре, так и в южной тундре и лесотундре. Внешних признаков оподзоливания в профиле торфяно-глеевых почв не обнаруживается, что подтверждается также и аналитическими данными, приведенными в табл. 20.

Таблица 20

Данные валового анализа и механического состава торфяно-глеевой почвы тундры
(по Д. Г. Виленскому)

Горизонт	Глубина (см)	Валовое содержание (процент на безгумусную навеску)			Механический состав (процент)		
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	песок > 0,05 мм	пыль 0,05—0,001 мм	ил < 0,001 мм
A	8—8,5	74,20	4,10	12,18	9,10	63,90	22,10
G	12—20	74,67	3,81	15,83	10,24	66,96	21,28
G	28—35	75,23	3,20	12,97	4,00	72,78	21,62
C	58—64	74,89	3,71	13,16	9,10	71,18	18,32
C	84—96	75,06	4,18	14,13	9,38	69,54	19,68

Вместе с тем торфяно-глеевые почвы, как видно из табл. 21, обладают кислой реакцией и содержат в себе поглощенные H^+ и Al^{+++} .

Таблица 21

Агрохимические показатели торфяно-глеевой тундровой почвы
(по Д. Г. Виленскому)

Горизонт	Глубина (см)	Перегноя (процент)	Поглощенные катионы (м-экв на 100 г почвы)				рН	
			Ca	Mg	H	Al	водной вытяжки	солевой вытяжки
A	8—8,5	3,19	1,30	0,75	0,03	4,32	5,01	4,08
G	12—20	0,41	6,45	4,00	0,03	0,47	5,70	4,16
G	28—35	3,07	2,40	1,15	0,03	2,00	5,75	4,25
C	58—64	0,66	2,65	1,48	0,03	3,24	5,60	4,00
C	84—96	1,22	5,75	3,42	0,03	1,12	5,85	4,00

Подзолисто-глеевые почвы встречаются главным образом в лесотундре и кустарниковой тундре. Их развитие приурочено преимущественно к залеганиям супесчаных и песчаных отложений, покрытых кустарниковой или древесной растительностью. Профиль подзолисто-глеевых почв характеризуется наличием верхнего перегнойного горизонта мощностью 0—3 см или небольшого торфянистого слоя, ниже которого залегает слабо выраженный подзолистый горизонт мощностью 7—10 см.

Глубже явно выделяется иллювиальный горизонт мощностью 20—26 см, заметно обогащенный скоплением перегноя и железа.

Торфяники наиболее широко распространены в лесотундре, затем в южной и кустарниковой тундре.

При этом в южных подзонах преобладают преимущественно сфагновые торфяники, по мере же продвижения к северу — гипновые болота.

Дерновые луговые почвы встречаются главным образом по поймам рек под травянистой растительностью в условиях хорошего дренажа. Они отличаются заметно выраженным перегнойным горизонтом, значительным содержанием перегноя и слабокислой или нейтральной реакцией.

К сказанному следует добавить, что существенной особенностью всех тундровых почв является их малая мощность, обусловленная слабым развитием химических и биологических процессов. Так, например, в почвах Хибинской тундры, где отсутствует вечная мерзлота, горизонт A_1 составляет 2—3 см, горизонт A_2 — 7—10 см, а с глубины 30—40 см уже начинается горизонт C, т. е. почвообразующая порода. В Большеземельской тундре общая

мощность почв обычно не превышает 20—30 см, в Западной Сибири — 20—25 см, а на севере Якутии — 3—9 см.

Аналогичное строение имеют почвы тундры и в других пунктах. Так, профиль тундровой почвы Красноярского края отличается следующими особенностями: сверху залегает торфяная подстилка мощностью 3—7 см из мхов, осок и веточек карликовой полярной березы; ниже идет перегнойный горизонт мощностью 1—2 см; еще ниже оглеенный синеватый горизонт мощностью 20—25 см с обильными признаками ржавчины; под ним залегает мерзлая почвообразующая порода.

Содержание перегноя в тундровых почвах колеблется чаще всего в пределах от 1 до 2%, но в отдельных случаях может достигать 8—15%; при этом около 70% его составляют фульвокислоты и только 10—15% представлены гуминовой кислотой.

Вследствие слабого развития биологических и химических процессов почвенный раствор тундровых почв беден минеральными соединениями; содержание плотного остатка в водных вытяжках из тундровых почв составляет 0,03—0,10%, в том числе на долю минерального остатка приходится около 0,02—0,07%.

Энергия нитрификации в целинных тундровых почвах ничтожна. Количество усвояемой фосфорной кислоты и калия в почвах тундры также весьма ограничено.

Обладая весьма малым запасом питательных веществ, почвы тундры отличаются повышенной гидролитической и обменной кислотностью и соответственно низкой насыщенностью основаниями.

Вместе с тем в тундре встречается немало почв, насыщенных основаниями, в которых почти не наблюдается никаких признаков выщелачивания и вымывания. Реакция почвенного раствора в таких почвах обычно бывает слабокислой или нейтральной. Такого рода почвенные образования довольно часто встречаются в районах распространения карбонатных отложений.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ТУНДРЫ

Основная задача земледелия Крайнего Севера состоит в полном обеспечении местного населения и рабочих промышленных предприятий производимой на месте сельскохозяйственной продукцией. Поэтому широкая организация в условиях тундры сельскохозяйственного производства, освоение и вовлечение в культуру новых участков тундровых почв имеет большое государственное значение.

Практика социалистического строительства доказала полную возможность продвижения земледелия на север и вместе с тем полную возможность превращения целинных минеральных и торфяных тундровых почв в высококультурные плодородные угодья.

В настоящее время во всех районах Крайнего Севера посевы занимают сотни тысяч гектаров. Земледелие, имеющее хозяйственное значение, создано на Камчатке, в Корякском национальном округе, на северном побережье Охотского моря, в верховьях Колымы, в ряде северных районов Якутской АССР, в районах Туруханска и Игарки, в Эвенкийском, Таймырском, Ханты-Мансийском, Ямало-Ненецком и Ненецком национальных округах, в Мурманской области.

Земледелие продвинулось на север и в такие места, как бассейн реки Анадырь, Хатанга, район Дудинки. Во всех этих районах выращивают картофель, капусту белокочанную и цветную, брюкву, редьку, морковь и другие овощные культуры.

Зерновое производство также продвинулось далеко на север и успешно развивается на Камчатке, на северном побережье Охотского моря, в Туруханском районе, в Эвенкийском и Ханты-Мансийском национальных округах и в других районах. Впервые получены урожаи картофеля и капусты в бухте Тикси.

Созданные Советским государством в тундровой зоне опытные станции и совхозы, применяя соответствующую агротехнику, добились получения высоких и устойчивых урожаев не только овощных, но и зерновых культур.

Норильский овощно-молочный совхоз Таймырского национального округа в течение многих лет получает на больших площадях устойчивые урожаи овощей в 200—250 ц/га. На опытных участках урожайность в этих районах по некоторым овощным культурам достигает 400 ц/га. Широко развивается земледелие и животноводство на Камчатке и в других районах Севера.

Приведенные данные весьма убедительно говорят о том, что в результате освоения тундровые почвы могут значительно улучшать свои свойства и давать высокие урожаи разнообразных сельскохозяйственных культур.

При освоении новых земельных участков в тундровой зоне необходимо учитывать неблагоприятные факторы, свойственные почти всем тундровым почвам, а именно: слабую аэрацию и заболоченность; низкую температуру почвы, обусловленную небольшим количеством тепла, а также в большинстве случаев наличием неглубоко от поверхности слоя вечной мерзлоты, от таяния которого распространяются вверх холодные восходящие токи воды; малое содержание органического вещества в почве; слабую биологическую активность почвенной микрофлоры.

Поэтому основные задачи окультуривания тундровых почв должны сводиться к осушению и улучшению аэрации, улучшению теплового режима, устранению вредного влияния вечной мерзлоты и усилению биологических процессов в почве.

Наиболее важное значение при окультуривании и использовании в сельскохозяйственном производстве тундровых почв имеют навоз и торф.

Внесение навоза с торфом в виде торфо-навозного компоста не только обогащает почву элементами зольной пищи и азотом, но одновременно повышает биологическую активность почвы, а также улучшает ее тепловые свойства и аэрацию.

На фоне навозного и торфо-навозного удобрения высокий эффект дают и минеральные туки: азотные, фосфорные и калийные. Наилучшие результаты достигаются, как установлено опытными станциями, при комбинированном применении минеральных удобрений с навозом и торфом.

Существенную роль здесь должно играть также известкование кислых почв. Поэтому использование местных залежей известняков (известняки, доломитизированные известняки, мергель, известковый туф) на удобрение полей должно получить самое широкое распространение.

Наконец, следует отметить, что на Крайнем Севере большое значение имеют полезащитные полосы: они заметно понижают силу дующих ветров, усиливают снегозадержание и в связи с этим повышают температуру приземного слоя атмосферы, снижают испарение влаги и защищают возделываемые растения от механических повреждений. В связи с этим при расчистке площадей от кустарника под пашни следует обязательно оставлять полезащитные полосы. Кроме того, необходимо создавать новые лесные и кустарниковые полосы и применять кулисную систему защиты полей от ветров.

Такого рода первые заполярные лесные полосы из лиственницы, ели, березы были заложены в 1950 г. на территории опытных станций Научно-исследовательского института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства — в устьях Печоры, Оби и Енисея. Эти насаждения удовлетворительно переносят полярную зиму и почти полностью приживаются. Ограждая посевы зерновых хлебов, а также овощей и картофеля от арктических ветров, лесные полосы улучшают тепловой режим (температура воздуха и почвы повышается на 2—3° против открытой тундры).

Под влиянием сельскохозяйственного окультуривания тундровые почвы значительно изменяют свой облик. В них образуется перегнойный горизонт, улучшается водный, воздушный и питательный режимы, снижается кислотность, усиливается биологическая активность, количество полезных микроорганизмов достигает большой величины, развивается нитрификация и снижается денитрификация. Почва начинает лучше прогреваться, значительно опускается уровень вечной мерзлоты и тем самым уменьшается его вредное влияние на рост и развитие культурных растений.

ГЛАВА XIII

ПОЧВЫ ЛЕСО-ЛУГОВОЙ ЗОНЫ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ЛЕСО-ЛУГОВОЙ ЗОНЫ

Лесо-луговая зона расположена южнее тундровой и занимает огромную территорию как в Европе и Азии, так и в Северной Америке. В Советском Союзе она вместе с горно-подзолистыми почвами занимает около 51% общей площади нашей страны, т. е. более половины всей территории СССР.

На севере лесо-луговая зона граничит с тундровой зоной, а южная ее граница проходит приблизительно по следующим пунктам: Луцк, Житомир, Киев, Чернигов, Тула, Рязань, Казань, а в Сибири — районы Тагила, Ирбита, Тюмени, Новосибирска, Томска, Нижнеудинска, Иркутска, Кяхты и Владивостока.

На юге лесо-луговая зона постепенно переходит в лесостепную и черноземно-степную области, в пределах которых леса встречаются только в виде небольших пятен на фоне степных пространств.

Почвенный покров лесо-луговой зоны представлен в основном 5 типами почв: дерновыми, дерново-подзолистыми, подзолистыми, подзолисто-болотными и болотными почвами. При этом, дерновые, дерново-подзолистые, подзолистые и подзолисто-болотные почвы занимают в общей сложности около 90% территории зоны, а болотные — около 10%.

В исследованиях почв лесо-луговой зоны принимало участие большое число почвоведов.

Благодаря этим исследованиям научная литература о почвах лесо-луговой зоны в весьма короткий срок обогатилась большим количеством работ, в значительной степени расширивших и углубивших наши представления об основных процессах образования дерново-подзолистых и болотных почв, их генезисе, агропроизводительной ценности и о тех важнейших мероприятиях, с помощью которых должно осуществляться систематическое улучшение и окультуривание этих почв в конкретных условиях колхозной и совхозной практики.

Современные природные условия лесо-луговой зоны имеют следующие особенности.

Климат. По сочетанию и комбинации основных метеорологических элементов — температуры и осадков — климат лесо-луговой зоны может быть охарактеризован как умеренно холодный и достаточно влажный. Однако в связи с огромным протяжением лесо-луговой зоны климатические условия в разных частях ее весьма разнообразны.

В европейской части зоны средняя годовая температура около $+4^{\circ}$, в Сибири она опускается ниже 0° , а в Якутии доходит до -10° , в связи с чем здесь широко распространена вечная мерзлота. Продолжительность теплого периода с температурой выше 5° в пределах зоны колеблется от 120 до 180 дней. Количество атмосферных осадков, выпадающих в течение года в разных районах зоны, также неодинаково и чаще всего колеблется в пределах от 250 до 600 мм. При этом в западной части зоны их выпадает больше; по мере же удаления на восток количество осадков заметно уменьшается, что наглядно видно из табл. 22.

Таблица 22

Среднее месячное количество осадков (в мм) за 35 лет¹
(1881—1915 гг.)

Метеорологический пункт	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год
Калинин	35	33	35	38	49	70	87	74	57	58	43	38	617
Вологда	32	37	30	34	56	68	74	77	65	47	36	33	579
Сыктывкар (Коми АССР)	16	12	12	22	41	50	71	72	58	43	24	19	443
Туруханск	19	14	18	21	39	52	61	57	58	38	29	19	425

Как видно из приведенной таблицы, атмосферные осадки выпадают на протяжении года неравномерно, причем максимум осадков всюду приходится на вторую половину лета — июль, август; минимум осадков падает на зиму, когда здесь преобладает антициклональное состояние атмосферы с нисходящими токами воздуха, не благоприятствующими сгущению водяных паров и образованию осадков.

Для европейской части лесо-луговой зоны большое влияние на климат оказывают циклоны, периодически приходящие с запада, со стороны Атлантического океана. С ними связана частая смена воздушных масс, вызывающая резкие изменения и боль-

¹ Климатический справочник по СССР, в. 1, Л., 1932.

шую неустойчивость погоды, — появление прохладных, облачных и дождливых дней летом и оттепелей со снегопадами зимой.

В результате климат этой части зоны, особенно западных ее районов, мягкий и влажный, приближающийся к морскому. Наоборот, в восточных частях зоны погода является обычно устойчивой и климат приобретает континентальный характер.

Степень континентальности климата быстро возрастает с запада на восток. Особенно резко выражена континентальность в восточно-сибирской части зоны, от р. Енисея до Станового хребта, где годовое количество осадков составляет всего лишь 140—240 мм, а средняя годовая температура от -7 до -16° , январская от -35 до -50° , июльская от $+15$ до $+19^{\circ}$.

Снежный покров в этой части зоны весьма незначительный, промерзание грунта очень глубокое. Большое распространение здесь имеет вечная мерзлота, особенно в Якутии, где мощность ее превышает 136 м. Вечный лед, лежащий неглубоко от поверхности земли, сильно охлаждает почву, но в то же время в засушливых местах питает корни растений влагой и позволяет в средней Якутии заниматься земледелием. В этих условиях водупорный мерзлый грунт сберегает в почве запас весенних талых вод и дождей и, таким образом, благоприятствует росту и развитию хлебов. Не мешает мерзлота в данных условиях и произрастанию лесов. В Якутии, например, даурская лиственница с ее поверхностной корневой системой хорошо растет на почвах, оттаивающих всего лишь на 50—100 см.

К востоку от Станового хребта до побережья Тихого океана климат снова заметно изменяется и становится менее суровым, а в южной части — на Амуре — приобретает муссонный характер с годовым количеством атмосферных осадков около 500 мм, выпадающих в основном в теплое время года — с апреля по ноябрь. При этом наибольшее количество их выпадает в августе, наименьшее — в январе и феврале. Зима здесь крайне сухая и мало-снежная.

Весьма существенно отметить, что умеренная температура описываемой зоны исключает возможность интенсивного испарения влаги в воздух и значительная часть атмосферных осадков, следовательно, проникает в почву. По данным многих наблюдений, из общего количества осадков только 60—80% расходуется на испарение и транспирацию, остальные же 20—40% составляют внутрпочвенный сток, могущий иметь как вертикальное, так и горизонтальное направление. В этом отношении вся лесолуговая зона характеризуется преобладанием количества осадков над величиной их испарения, т. е. является зоной избыточного увлажнения.

Таким образом, развитие почв в лесолуговой зоне происходит в условиях систематического их увлажнения и промывания. Последнее обстоятельство является весьма существенным и

характерным для развития в почвах подзолообразовательного процесса, сущность которого будет рассмотрена несколько ниже.

Отметим лишь, что наличие умеренного тепла и значительной влажности на протяжении вегетационного периода благоприятствует интенсивному развитию биологических и биохимических процессов, благодаря чему органическое вещество в почве подвергается быстрому разложению. В то же время обилие осадков способствует систематическому выносу растворимых солей, в том числе и минеральных соединений, образующихся в почве в результате разложения и минерализации органических остатков, в нижние горизонты. Вследствие этого аккумуляция в дерново-подзолистых почвах органических и минеральных веществ постоянно сопровождается процессами миграции их в глубокие горизонты почвы.

Однако в зависимости от местных условий (характера растительности, рельефа местности, химических свойств почвообразующей породы) развитие этих двух противоположных процессов протекает по-разному. В одном случае накопление органо-минеральных соединений в верхних горизонтах почвы преобладает над их выносом в глубокие слои, в другом — возможно обратное явление, т. е. преобладание выноса этих соединений над их аккумуляцией и т. д.

Это обстоятельство и служит одной из причин того, что почвенный покров лесо-луговой зоны характеризуется резко выраженной комплексностью. Здесь на незначительных пространствах залегают самые различные почвенные виды и разновидности, отличающиеся между собой как по биологическим и физико-химическим свойствам, так и по производственным достоинствам.

Почвообразующие породы. На огромном протяжении лесо-луговой зоны залегают самые разнообразные по генезису, химическому, петрографическому и механическому составу почвообразующие породы. Наиболее распространены здесь отложения ледникового периода, представленные чаще всего валунными песчанистыми глинами, суглинками и супесями. Моренные отложения с валунами кристаллических и местных осадочных пород являются поэтому преобладающими почвообразующими породами на значительной части СССР, некогда покрытой ледником.

Наряду с валунными наносами широкое распространение в лесо-луговой зоне имеют безвалунные отложения, образованные деятельностью талых вод ледника. Сюда относятся безвалунные флювио-гляциальные пески и супеси, отложенные ледниковыми потоками, и безвалунные, или покровные, глины и суглинки.

К покровным суглинкам по однородности и механическому составу близки лёссовидные суглинки, обычно бескарбонатные или глубоко выщелоченные. Кроме того, материнскими породами

здесь служат также отложения морского типа, образовавшиеся во время трансгрессии Балтийского и Северного морей. Распространение этого рода материнских пород, однако, незначительно. Сравнительно ограниченное место среди материнских пород в лесо-луговой зоне занимают различного механического состава древние и современные аллювиальные наносы по долинам рек и озер. Все эти четвертичные образования выстилают большие пространства главным образом в западной половине лесо-луговой зоны СССР, начиная от Балтийского моря до р. Енисея.

Другая же половина зоны, расположенная к востоку от р. Енисея, лежит в области высоких горных систем и отличается сложным рельефом и весьма разнообразным комплексом горных пород. Почвообразующие породы представлены здесь большей частью элювием и делювием разнообразных кристаллических изверженных и метаморфических пород, а также элювием и делювием различного рода осадочных отложений. Мощности коры выветривания в этой части лесо-луговой зоны обычно незначительна; нередко коренные горные породы перекрыты наносами с галькой.

Более равнинный характер имеет средняя часть Якутии, где в качестве почвообразующих пород выступают мощные отложения продуктов выветривания юрских глин, содержащих карбонаты и некоторое количество легко растворимых солей.

Многие же другие районы Восточной Сибири представляют типичные горные территории с выходами кристаллических изверженных и метаморфизованных пород, прикрытых лишь местами небольшим слоем продуктов выветривания или наносов грубо обломочного характера. Распространение мягких отложений имеет место только по речным долинам и сопровождающим их пологим склонам. Наиболее значительным районом их распространения является Зейско-Бурейский район по р. Амуру, где широко развиты глинистые и суглинистые наносы преимущественно аллювиального характера.

Весьма важно отметить, что существенной особенностью, свойственной большинству почвообразующих пород лесо-луговой зоны, является обедненность их карбонатами кальция и магния. Эта особенность материнских пород, как увидим ниже, имеет большое значение в развитии почв дерново-подзолистого типа.

Наряду с бескарбонатными породами в различных районах лесо-луговой зоны значительными массивами залегают и карбонатные наносы. Карбонатные отложения в условиях лесо-луговой зоны относятся к группе лучших в агрономическом смысле почвообразующих пород: развитые на них почвы обладают рядом положительных свойств, весьма благоприятствующих росту культурных растений. Однако степень распространения карбонатных пород в лесо-луговой зоне сравнительно небольшая, и

общий облик почвенного покрова всей зоны, таким образом, определяется почвами, сформировавшимися главным образом на бескарбонатных или выщелоченных отложениях.

Рельеф. Строение рельефа лесо-луговой зоны отличается большим разнообразием и сложностью. Здесь равнинные участки быстро сменяются холмистыми, пересеченными долинами и понижениями самой различной величины и формы. Неровность и пестрота рельефа данной зоны в значительной степени усугубляются еще наличием возвышенностей, горных цепей и целой системой речных долин, пересекающих местность в самых различных направлениях.

Такого рода рельеф самым непосредственным образом влияет на перераспределение местных климатических факторов и обуславливает явления смыва и намыва, создавая тем самым ту большую пестроту в почвенном покрове, которая так характерна для всей лесо-луговой зоны.

В отдельных частях лесо-луговой зоны строение рельефа имеет свои существенные особенности: в одних районах зоны доминирует равнинный рельеф, в других — холмистый, в третьих — гористый и т. д.

Так, европейская часть лесо-луговой зоны представляет собой огромную расчлененную равнину, характерной особенностью которой является чередование конечно-моренных гряд, с плоскими моренными равнинами.

Наиболее ярко выраженный равнинный характер носит Печорская равнина, покрытая ледниковыми, морскими и водно-ледниковыми отложениями, затем Молого-Шекснинская низина, выполненная главным образом древне-аллювиальными отложениями, далее Ильмень-Волховская низина, Прибалтийская равнина, Окско-Клязьминская, или Мещерская, низина, представляющая собой северную часть обширной Окско-Донской низменности, залегающей между Среднерусской и Приволжской возвышенностями, и др.

Равнинный рельеф здесь разнообразится местами незначительной волнистостью и бугристостью, местами же довольно сильной холмистостью, а также расчлененностью долинами рек, русла которых часто прорезают всю толщу четвертичных наносов и углубляются в коренные породы более древнего происхождения.

Типичной равниной является также область Полесья, представляющая собой обширную древнюю депрессию или низкую равнину, выполненную толщами ледниковых и главным образом водно-ледниковых, древнеаллювиальных песчаных, супесчаных и частично лёссовых отложений. Вся эта низменность весьма слабо приподнимается над долинами рек, и на общем идеально равнинном ее фоне в громадном количестве и весьма пестро раскинуты плоские широкие западины, вытянутые плоские ложбины древ-

них русел, мелкие блюдца, древнедюнные всхолмления, гряды и другие элементы мезо- и микрорельефа.

Наряду с моренными равнинами в этой части лесо-луговой зоны значительное место занимают территории с резко выраженной холмистостью и расчлененностью рельефа. Сюда относятся Валдайская возвышенность, Тиманский кряж, Смоленско-Московская возвышенность, восточная часть которой носит название Клиско-Дмитровской гряды, и др. Гористый характер носит рельеф в Карелии, на Кольском полуострове, а также в области Уральских гор.

В Западной Сибири между Уральским хребтом и р. Енисеем расположена обширная Западносибирская низменность. При своем огромном протяжении Западносибирская низменность отличается весьма слабым уклоном к северу, совершенно плоским рельефом, незначительной врезанностью речных долин и слабой дренированностью. В связи с этим территория ее отличается сильной заболоченностью. Здесь, на водоразделе рек Оби и Иртыша, расположено огромное Васюганское болото, возникшее в результате заболачивания суши под влиянием сфагновых мхов.

Северная часть низменности, приблизительно до широты впадения р. Иртыша в р. Обь, покрыта ледниковыми валунными и водно-ледниковыми наносами в виде суглинков и песков, южнее почвообразующими породами являются озерно-аллювиальные пески, суглинки и глины, отложившиеся в крупных озерных предледниковых бассейнах в период наступления сюда ледника с северной оконечности Урала и с Таймыра.

К востоку от р. Енисея находится область высоких плоскогорий и горных систем с очень сложным рельефом и разнообразным комплексом почвообразующих пород. Здесь простираются Енисейский кряж, Среднесибирское плоскогорье, Патомское нагорье, система горных хребтов Прибайкалья и Станового хребта, обширные горные области Восточной Сибири и Дальнего Востока.

К востоку от Среднесибирского плоскогорья лежит Центрально-Якутская низменность, выстланная мощной толщей четвертичных отложений в виде лёссовидных суглинков и супесей, а к северо-востоку от г. Вилюйска — песчаными наносами с хорошо выраженным древним дюнным рельефом. Рельеф на преобладающей части Центрально-Якутской низменности полого-волнистый, с большим количеством бессточных впадин, занятых болотами и озерами. Забайкалье и Дальний Восток представляют собой преимущественно горные страны.

Обширную территорию занимает Амурская низменность, расположенная в бассейне р. Амур. На всем протяжении она сложена в основном четвертичными озерно-речными наносами и отличается равнинностью, нарушаемой лишь местами группой

холмов и низких гор. Алтайские и Саянские горы также находятся главным образом в лесной зоне.

В пределах лесо-луговой зоны расположены остров Сахалин и Курильские острова. Рельеф этих территорий характеризуется распространением сильно расчлененных возвышенностей и горных хребтов, разделенных низинами, заполненными ледниковыми, озерно-речными и пролювиальными отложениями самого разнообразного механического и петрографического состава.

Растительность. В пределах лесо-луговой зоны имеют место 3 ландшафтных типа естественной растительности: леса, болота и луга. Отмеченные выше климатические особенности лесо-луговой зоны в большой степени благоприятствуют развитию лесной растительности, поэтому преобладающее место всюду занимают леса, которые состоят из хвойных и лиственных пород.

В различных частях лесо-луговой зоны характер лесной растительности имеет свои особенности. В северной ее части, или в тайге, преобладают хвойные леса; южнее распространены смешанные и лиственные; в лесостепной зоне среди древесных пород доминируют лиственные.

Из хвойных в европейской части нашей страны встречаются ель, сосна, а на северо-востоке — сибирская пихта и сибирская лиственница, а частью и сибирский кедр. В Сибири распространены ель, сосна, пихта, сибирская и даурская лиственницы и кедр. При этом в Сибири и на севере европейской части лесо-луговой зоны растет сибирская ель, а в остальной части данной зоны — обыкновенная ель.

К хвойным присоединяются некоторые лиственные породы, которые постепенно, при движении на юго-запад начинают преобладать. В подзоне тайги из мелколиственных пород встречаются береза, осина и ольха, а из широколиственных в европейской части зоны — липа.

В подлеске европейской тайги растут рябина, черемуха, а также кусты смородины, особенно по речным берегам; широко встречаются черника, брусника, голубика, а на болотах — морошка и клюква.

На территории Западносибирской низменности широко распространены заболоченные елово-пихтовые леса, где в подлеске значительное место занимают рябина, калина, бузина, черемуха. В Восточной Сибири, начиная от р. Енисея и почти вплоть до Охотского моря, характерно господство лиственницы сибирской и даурской.

Леса северной тайги обычно низкорослы, местами сильно изрежены и заболочены, дают небольшой ежегодный прирост древесины.

По мере перехода к югу тайга постепенно сменяется смешанными и лиственными лесами, уменьшается заболоченность,

увеличивается богатство и разнообразие травяного покрова. Особенно хорошо выражена эта смена растительности в европейской части зоны. Древостой здесь состоит из ели, сосны, дуба, липы, клена и других пород. При этом сосновые боры приурочены обычно к легким песчаным почвам, а елово-дубовые леса — к более тяжелым суглинкам.

Сосновые насаждения сопровождаются широким развитием вереска и лишайника оленьего мха — растений крайне неприхотливых и уживающихся на самых бедных и бесплодных почвах; часто встречается также мох кукушкин лен, обычно всегда заметно угнетенный и слабо развивающийся на песчаных почвах.

Древостой смешанных и лиственных лесов в большинстве случаев сопровождается кустарниковой растительностью из черники, брусники, голубики, можжевельника; часто встречаются ольха, рябина и изредка шиповник. Весьма распространенной растительностью, присущей смешанным и лиственным лесам, является также мох кукушкин лен, образующий почти повсюду плотный ковер. В несколько пониженных местах, подверженных периодическому заболачиванию, кукушкин лен вытесняется сфагновым мхом; распространение же сфагнового мха обычно сопровождается развитием различного рода рыхлокустовых осок, хвоща и пушицы.

Помимо кукушкина льна, образующего нередко сплошной наземный растительный покров, большое место занимает гипновый мох. Иногда примешиваясь к кукушкину льну, иногда занимая доминирующее положение, гипновый мох является неизбежной и постоянной растительностью незаболоченных участков, главным образом хвойных, а отчасти лиственных и смешанных лесов.

В Азию за Урал широколиственные леса не проникают. На огромном протяжении Западной и Восточной Сибири настоящих лесов из широколиственных пород деревьев не встречается. Здесь преобладают хвойные с примесью мелколиственных пород: березы, осины и др. Исключение составляет лишь Дальний Восток, где наряду с хвойными большое распространение имеют широколиственные леса, состоящие из клена, монгольского дуба, липы, пробкового дерева, маньчжурского ореха и др.

В развитии почвообразовательного процесса в лесо-луговой зоне большую роль играет лесная подстилка. Лесная подстилка является постоянным и главным источником обогащения почвы органическим веществом, азотом и минеральными соединениями.

О ежегодном поступлении в почву азота и зольных веществ под лесными насаждениями разного состава наглядное представление дает табл. 23.

**Содержание азота и зольных элементов (в кг/га)
в годовом лесном опаде
(по Н. П. Ремезову)**

Вид леса	N	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₂
Сосняк чистый	7—8	3—7	3—7	11—25	2—5	2—5	1—4	2—5
Ельняк чистый	19—20	11—20	1—8	20—22	4—5	5—6	4—7	2—3
Сосняк слож- ный	19—26	10—12	4—7	26—27	5—6	6—11	4—7	7—9
Ельняк слож- ный	20—34	25—32	5—9	26—44	2—5	4—7	4—5	2—4
Березняк	44—64	2—4	3—6	22—53	12	12—30	10—12	5—15
Осинник	31—54	39—62	8—16	93—146	14—20	27—10	28—10	6—12
Липняк	21—66	4—13	3—7	39—122	8—23	13—39	9—28	4—13
Дубняк	31—46	44—53	5—17	65—99	15—18	18—25	22—29	13—20

Из приведенных данных видно, что больше всего поступает в почву азота и зольных веществ в широколиственных лесах, особенно в дубняках. В еловых же лесах поступление азота и зольных веществ несколько меньше. Наименьшее количество этих элементов поступает в сосновых лесах.

По своему происхождению лесная подстилка может быть хвойной, лиственной, хвойно-лиственной, зелено-моховой, сфагновой и т. д.

Общим свойством, присущим всем типам лесных подстилок, является кислотность. Так, по данным А. П. Проневича, даже свежий осенний опад различных растений обладает кислой реакцией, при этом хвоя ели имеет актуальную кислотность (рН) 4,3, хвоя сосны — 5,1, листва березы — 5,7, клена — 6,1, ольхи — 6,4.

Как показали многие исследования, кислотность лесной подстилки находится в обратной зависимости от содержания в ней оснований главным образом кальция и магния: чем выше содержание оснований, тем ниже кислотность. Некоторое представление об этой зависимости дает табл. 24.

Из таблицы видно, что лесная подстилка лиственных насаждений содержит больше обменного кальция и имеет меньшую кислотность, чем подстилка елового леса. При этом нижние слои подстилок, которые длительное время подвергались разложению, отличаются большей кислотностью, чем верхние.

Среди большого разнообразия лесных подстилок наиболее высокой кислотностью обладают подстилки под еловыми и сосновыми насаждениями, менее кислыми являются подстилки лиственных лесов и под зелеными мхами и еще менее кислыми — под травяным растительным покровом.

Характеристика лесных подстилок под разными породами деревьев,
растущих на дерново-подзолистых лесных почвах
(по Н. Н. Степанову)

Лес	Слой подстилки	рН	Содержание (м-экв)		Степень пенасыщен- ности (процент)
			обменного кальция	обменного водорода	
Еловый	Верхний	5,44	39,5	8,0	17
	Средний	4,93	32,0	17,5	35
	Нижний	4,61	22,0	15,5	40
Лиственный	Верхний	6,30	67,5	5,0	7
	Средний	5,42	79,5	4,0	5
	Нижний	5,35	50,0	4,0	8

Таким образом, разложение лесного опада микроорганизмами происходит в условиях кислой среды и достаточного или избыточного увлажнения.

Большое участие в разложении лесной подстилки принимают главным образом плесневые грибы (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*), лучистые (*Actinomycetes*) и высшие — шляпочные грибы (*Basidiomycetes*). Значительную роль в этом процессе играют бактерии аммонификаторы (типа *Bac. mesentericus* и др.) и денитрификаторы (типа *Bac. denitrofluorescens*). Весьма распространенными спорообразующими бактериями в лесных почвах являются также *Bac. agglomeratus*, *Bac. astegosporus*, *Bac. cereus* и др.

В результате разложения лесной подстилки образуются фульвокислоты, которые и являются одним из важнейших факторов подзолообразования.

Древесная растительность лесо-луговой зоны всюду сопровождается травянистой луговой и болотной растительностью.

Растительность лесных суходольных лугов европейской части СССР довольно разнообразна, но в основном она состоит из полевицы обыкновенной, овсяницы красной, белоуса, мятлика лугового, пахучего колоска, щучки, изредка красного и белого клевера и др. Нередко доминирующим видом среди травянистой растительности является белоус с сильным развитием гипновых мхов и различных кустарников.

Суходольные луга Западной Сибири характеризуются высокотравной растительностью с большой примесью крупного разнотравья. Из злаковых трав здесь встречаются ежа, тимopheвка, костер безостый и др.

В районах Дальнего Востока распространены высокотравные луга с густым травостоем из различных злаков с большим количеством разнотравья.

Большое развитие в лесо-луговой зоне имеют сфагновые и травяные болота. Основной растительный фон сфагновых болот состоит главным образом из сфагновых мхов, моховой покров дополняется пушицей, хвощом болотным, осоками, рясной, клюквой; из кустарников часто встречаются багульник, кассандра, андромеда и местами вереск, хорошо развивающийся на старых болотах с достаточно разложившейся торфяной массой.

Растительность травяных болот более разнообразна. Тут встречаются различные виды осок, ситники, вахта с сабельником, тростник, зеленые мхи и довольно пестрое разнотравье. На этих болотах часто имеется древесная растительность из низкорослых берез, разнообразных ив и ольхи.

Среди лесных массивов, занимающих огромные пространства в лесо-луговой зоне, в настоящее время значительные участки свободны от леса: это современные пашни, сенокосные угодья, выгоны, перелог и т. д. Но и эти участки в недалеком прошлом также были в основном заняты лесами.

Таким образом, развитие почв лесо-луговой зоны всегда или весьма длительно шло под влиянием лесной древесной и травянистой растительности.

ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В ЛЕСО-ЛУГОВОЙ ЗОНЕ

Развитие почв в лесо-луговой зоне осуществляется под совместным воздействием двух противоположно направленных процессов — подзолообразовательного и дернового. При этом подзолообразовательный процесс протекает при обязательном участии лесной древесной растительности, а дерновый — при участии травянистых растений. Нередко эти процессы сочетаются с болотообразовательным процессом, в результате чего образуются заболоченные и болотные почвы.

Подзолообразовательный процесс. Подзолообразование представляет собой процесс, который сопровождается глубоким разложением всех минералов, за исключением кварца, в верхних горизонтах почвы и выносом продуктов их распада в нижние слои. Вымывание из почвы различных соединений происходит как в виде истинных растворов, так и в виде коллоидов.

При этом часть выносимых продуктов выпадает и закрепляется в иллювиальном горизонте, некоторая же их часть мигрирует за пределы почвенной толщи.

Развитие подзолообразовательного процесса связано с лесом. Под покровом леса всегда имеются необходимые условия для проявления подзолообразования: промывной водный режим и связанный с ним вынос из почвы подвижных продуктов почвообразования; бедность почвообразующих пород основаниями;

сравнительно ограниченное поступление органических остатков в почву и малая их зольность; особые условия разложения растительных остатков с образованием растворимых органических веществ типа фульвокислот.

По исследованиям В. В. Пономаревой, главная роль в подзолообразовании принадлежит фульвокислотам, которые образуются при разложении лесной подстилки и вместе с осадками проникают в почву. Фульвокислоты отличаются большой агрес-



Рис. 2. Сомкнутый лес.

сивностью и способностью разлагать минералы, переводя их в подвижные соединения; при этом первыми выносятся в глубокие горизонты щелочные и щелочноземельные соли, а затем, при определенных условиях рН среды, выносятся и соединения фульвокислот с железом, марганцем и алюминием.

Наиболее характерной формой закрепления фульвокислот в почвенном профиле являются соединения их с гидратами полуторных окислов, преимущественно с алюминием. После того, как кальция становится недостаточно для нейтрализации фульвокислот, они начинают связывать гидраты полуторных окислов, сначала свободные, а затем и входящие в состав почвенных минералов, оказывая на них разлагающее действие.

Ближе к источнику образования фульвокислот, т. е. в верхнем горизонте А, образуются подвижные, кислые продукты с

преобладанием фульвокислот. По мере нисходящего движения их состав все более обогащается гидратами полуторных окислов за счет взаимодействия фульвокислот с фильтрующим почвенным горизонтом, что и приводит на некоторой глубине к переходу органо-минеральной системы из состояния золя в гель.

Таким образом, являясь причиной миграции гидратов полуторных окислов, фульвокислоты в свою очередь испытывают их нейтрализующее влияние и постепенно, по мере нисходящего движения, теряют свою агрессивную силу и возможность дальнейшей миграции; процесс миграции завершается противоположным процессом — накоплением органо-минеральных комплексов в новой, относительно устойчивой форме (В. В. Пономарева).

По данным исследований С. П. Яркова, одним из существенных условий, определяющих развитие подзолообразовательного процесса, является чередование восстановительных и окислительных процессов в почве. Он пишет: «Особенности водного режима почв под лесом заключаются как в нисходящих токах воды, так и в избыточном увлажнении верхних горизонтов почвы в весенний и осенний периоды. Вследствие этого в верхних горизонтах почвы и особенно в лесной подстилке периодически создаются условия анаэробнобиозиса, что существенно влияет на разложение органического вещества и биологический круговорот веществ под лесом.

В анаэробных условиях в периоды избыточного увлажнения в лесной подстилке образуется большое количество закисного железа, марганца и подвижных форм алюминия.

Образующиеся воднорастворимые формы кальция, магния, железа, марганца, алюминия и других вступают во взаимодействие с органическими кислотами, создающимися в этих же условиях, и выщелачиваются в нижележащие горизонты».

С течением времени по мере выщелачивания из почвы легко и трудно растворимых солей, а следовательно, и обеднения почвенного раствора основаниями катионы водорода органических кислот и угольной кислоты свободно проникают в почвенный поглощающий комплекс. В минеральной части почвы наряду с водородом в состав поглощающего комплекса входит также и алюминий. Почва приобретает устойчивую кислую реакцию и превращается постепенно в почву, ненасыщенную основаниями.

По мере выноса из верхних горизонтов почвы органических и минеральных коллоидов, а также молекулярно растворенных соединений Са, Mg, Fe, Al, K и отчасти Mn в почве возрастает относительное содержание нерастворимого кремнезема, в том числе и тончайшего порошка, который освобождается при распаде силикатов и придает верхним слоям почвы своеобразную светло-серую или белесую окраску, весьма напоми-

нающую цвет золы. Отсюда и происходит название подзолистый горизонт, который является существенной и характерной особенностью почв дерново-подзолистого и подзолистого типов.

В отношении кремнезема необходимо заметить, что весьма вероятным является также и биологическое его накопление в верхних горизонтах почвы. Специальные исследования Н. П. Ремезова, Л. Е. Новороссовой и Н. Н. Сушкиной показали присутствие в дерново-подзолистых почвах бактерий, которые выделяют ряд кислот и способны разрушать полевые шпаты и каолин.

Вымываемые сверху вниз коллоидально растворимые гидраты окиси железа, алюминия, перегнойные вещества, а также глинистые суспензии и отчасти аморфная двуокись кремния на некоторой глубине почвенной толщи частично или полностью закрепляются, образуя иллювиальный горизонт. Чаще всего здесь накапливаются окислы железа и алюминия.

Накопление железа в иллювиальном горизонте обычно происходит в форме свободной гидроокиси, т. е. в форме минерала лимонита. Здесь же нередко происходит новообразование вторичных алюмосиликатов, т. е. глинных минералов группы монтмориллонита или серицита, отчасти и группы каолинита, куда входит глинозем в соединении с кремнеземом и окисью магния или калия, а также и железа.

Закреплению в иллювиальном горизонте перегнойных веществ и глинистых суспензий в некоторой степени способствуют находящиеся здесь различного рода основания, под воздействием которых происходит коагуляция органических и минеральных коллоидов. Кроме того, закрепление вымываемых из верхних слоев почвы веществ происходит в этом горизонте в результате механического поглощения, а также при взаимном свертывании противоположно заряженных коллоидов.

В результате этих явлений в иллювиальном горизонте повышается содержание илстых и коллоидальных частиц. В этом же горизонте происходит закрепление фосфора, который дает с полутораоксиями трудно растворимые соединения.

Некоторая часть веществ, мигрирующих из верхних горизонтов, выносится непосредственно в грунтовые воды, а затем в ручьи и реки и безвозвратно теряется из почвы, вступая в большой геологический круговорот.

Таким образом, самой существенной особенностью подзолообразовательного процесса является глубокий распад первичных и вторичных минералов под воздействием органических кислот и выщелачивание продуктов их распада из верхних горизонтов почвы вниз, а частично и вынос их из почвенной толщи.

Большое значение приобретает в процессе развития почв под лесом карбонатность почвообразующих пород. Высокое содержание карбонатов кальция и магния способствует нейтрализации органических кислот и тем самым ослабляет процесс оподзоливания. По этой причине на карбонатных породах подзолообразовательный процесс обычно слабо проявляется, а иногда и вовсе не выражен.

Хорошо выражен процесс оподзоливания главным образом в сомкнутых еловых лесах с моховым покровом, без травяной растительности.

Большое влияние на развитие подзолообразовательного процесса оказывает рельеф местности. Равнинный рельеф водоразделов, где атмосферная влага полностью проникает в почву, благоприятствует развитию подзолообразовательного процесса, на склонах же, где влага в основном стекает по поверхности и лишь в малой степени проникает в почвенную толщу, подзолообразование проявляется слабее.

В различных частях лесо-луговой зоны подзолообразовательный процесс развивается неодинаково. В южной подзоне он выражен слабо, по направлению же к северу, вследствие увеличения увлажнения почв, обеднения зольного состава растений и перехода гумуса все в более подвижное и агрессивное состояние, подзолообразование проявляется все в большей степени.

В соответствии с этим в условиях северной тайги мощность подзолистого горизонта значительно увеличивается и приближается к поверхности в результате уменьшения перегнойного горизонта, а в области распространения северных подзолов подзолистый горизонт выходит на поверхность почв.

Дерновый почвообразовательный процесс. Подзолообразовательный процесс в природе обычно протекает, чередуясь с дерновым процессом или одновременно с ним. Дерновый процесс вызывается развитием травянистой растительности, существенным свойством которой является способность накапливать в почве органические остатки и перегной.

Следует отметить, что процесс накопления перегноя в верхних слоях почвы происходит и под древесной растительностью. При разложении лесной подстилки некоторая часть растворимых органических веществ под влиянием тех или иных оснований переходит в нерастворимое состояние и задерживается в верхней части почвенного профиля. Но это накопление происходит в весьма ничтожных размерах. Этим и объясняется то положение, что под сомкнутым древостоем густого леса обычно не образуется почв с хорошо развитым гумусовым слоем; здесь чаще всего встречаются сильно оподзоленные почвы с едва заметным перегнойным горизонтом мощностью 2—3 см; иногда же этот горизонт и вовсе не выражен.

В отличие от древесной растительности травы обладают большой сетью тонких и густо пронизывающих почву корней, после отмирания которых почвенная масса ежегодно обогащается значительным количеством органического вещества. Разлагаясь при малом доступе воздуха, корневые остатки трав превращаются в гумус, обволакивающий пленками минеральные частички и окрашивающий верхнюю часть почвенного профиля в серый или темно-серый цвет.

Одновременно с накоплением перегноя в верхней части почвы под влиянием аккумулялирующей роли травянистой растительности происходит накопление кальция, магния, марганца, калия, фосфора, серы, а отчасти железа и других зольных элементов. Благодаря обогащению почвы минеральными соединениями реакция почвенного раствора становится менее кислой, почвенные коллоиды насыщаются основаниями кальция и магния и верхние горизонты почвы с течением времени приобретают комковатую структуру. Так, под воздействием травянистой растительности постепенно обособляется дерново-перегнойный горизонт, мощность которого иногда достигает 10—20 см и более.

Некоторое представление о роли травянистой растительности в почвообразовании дает табл. 25, в которой сопоставляются состав и свойства сильноподзолистой почвы под сосново-еловым лесом и дерново-подзолистой почвы с соседнего участка, который не менее 100 лет находился под травянистой растительностью.

Таблица 25

Состав и свойства сильноподзолистой лесной и дерново-подзолистой луговой почв на ленточной глине
(по И. В. Тюрину)

Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Содер- жание гумуса (процент)	pH	Сумма по- глощенных оснований (м-эка на 100 г почвы)	Обменная кислот- ность (м-эка на 100 г почвы)	Обменная способ- ность (м-эка на 100 г почвы)	Степень насыщен- ности (процент)
<i>Лесная почва</i>							
A ₁	5—10	3,81	5,4	1,8	6,1	7,9	23
A ₂	10—15	2,41	5,5	1,6	6,6	8,2	20
A ₂	18—23	0,81	6,5	2,9	3,1	6,0	48
B	40—45	0,41	6,6	13,2	0,2	13,4	98
<i>Луговая почва</i>							
A ₁	1—6	4,84	6,1	7,3	1,4	8,7	84
A ₂	7—12	4,49	6,2	7,5	1,2	8,7	86
A ₂	15—20	1,22	6,2	5,5	0,5	6,0	92
B	35—40	0,41	6,6	13,4	0,1	13,5	99

Сопоставление приведенных аналитических данных показывает, что продолжительное воздействие травянистой растительности на верхние горизонты почвы сопровождается увеличением в них органического вещества, понижением кислотности, повышением обменной способности и степени насыщенности основаниями.

Таким образом, дерновый процесс в своей сущности является противоположным подзолообразованию.

Степень развития дернового процесса зависит от многих факторов и прежде всего от растительности: чем лучше рост



Рис. 3. Осветленный лес.

трав, тем интенсивнее идет процесс биологической аккумуляции в верхних горизонтах почвы гумуса, азота и зольных элементов, и, наоборот, чем скуднее травянистая растительность, тем слабее протекает дерновый процесс. Поэтому в густом лесу, где травянистая растительность развита слабо или отсутствует, дерновый процесс почти не выражен или же выражен в весьма малой степени.

Интенсивнее всего развитие дернового процесса осуществляется в изреженном лесу, на полянах, а также в широколиственных лесах, где в напочвенном растительном покрове широкое участие принимают травы.

Дерновый процесс развивается сильнее на карбонатных почвообразующих породах, чем на бескарбонатных. Наличие

кальция и магния в почве способствует коагуляции почвенных коллоидов и закреплению гумуса в верхних ее слоях. Поэтому на карбонатных материнских породах обычно встречаются почвы с хорошо развитым гумусовым горизонтом.

Значительную роль в развитии дернового процесса играет механический состав почвообразующих пород и почв. Чем богаче почва илистыми частицами, тем лучше выражен дерновый процесс, и, наоборот, чем грубее механический состав, тем слабее развитие дернового процесса. Этим и объясняется то положение, что почвы с хорошо развитым перегнойным слоем всегда залегают главным образом на глинистых и суглинистых породах и очень редко на песчаных и супесчаных. На последних если и развивается дерновый процесс, то он выражен весьма слабо, вследствие чего перегнойный горизонт имеет малую мощность, а нередко и вовсе отсутствует.

Так как степень участия трав и широколиственных пород в напочвенном покрове лесо-луговой зоны постепенно нарастает с севера на юг, то в этом же направлении нарастает и степень выраженности дернового процесса. Благодаря именно этой причине почвы с хорошо развитым перегнойным горизонтом часто встречаются преимущественно в южной части лесо-луговой зоны, в полосе травянистых широколиственных лесов, по мере же движения к северу дерновый процесс в той или иной степени ослабевает и мощность перегнойного слоя уменьшается.

Строение профиля дерново-подзолистой почвы. Итак, под совместным воздействием подзолообразовательного и дернового процессов образуются дерново-подзолистые почвы, имеющие преобладающее распространение в лесо-луговой зоне.

Изменения, которые претерпевают дерново-подзолистые почвы при своем развитии, должны находить отражение как в их строении, так и в физических и химических свойствах.

Характерной особенностью, свойственной дерново-подзолистым почвам, является прежде всего резкая дифференциация почвенной толщи на составляющие ее генетические горизонты. Ясно выраженных генетических горизонтов в профиле дерново-подзолистой почвы 4: перегнойно-элювиальный (A_1), подзолистый (A_2), иллювиальный (B) и материнская, или почвообразующая, порода (C).

Кроме того, на поверхности дерново-подзолистой почвы под лесом всегда находится лесная подстилка или войлок из остатков отмершей растительности (A_0).

Лесная подстилка состоит из растительных остатков различной степени разложения, очень часто переплетенных грибами грибов, и имеет мощность от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. В отдельных случаях она приобретает явно торфянистый характер. Образование торфянистого слоя с поверхности знаменует собой начальную стадию заболачивания,

являясь характерным признаком для переходных разновидностей между дерново-подзолистыми и болотными почвами.

Перегнойно-элювиальный горизонт (A_1) окрашен сверху в темно-серый или серый цвет вследствие присутствия перегноя. С углублением по мере уменьшения гумуса окраска его становится несколько светлее. В верхних частях горизонт состоит из рыхло залегающих комков, все промежутки между которыми заполнены живыми и мертвыми корнями и корневищами, скрепляющими комки в дернину.

Подзолистый, или элювиальный, горизонт (A_2) является тем почвенным слоем, в котором наиболее резко сказалось влияние подзолообразовательного процесса. В результате разрушения алюмосиликатов и выноса Al, Fe и Mn в горизонте A_2 появляется белесая окраска. Он сильно выщелочен, почти полностью лишен перегноя и вследствие этого содержит несколько повышенное количество кремнезема в виде тончайшей кремнеземной пыли.

В зависимости от степени оподзоленности этот горизонт имеет различную мощность, начиная от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров. Чаше всего он бесструктурный, лишь в отдельных случаях приобретает отчетливо выраженную пластинчатую или листоватую структуру, которая в производственном отношении не представляет никакой ценности.

Будучи сильно выщелоченным и обедненным наиболее ценной частью — органо-минеральными коллоидами, элювиальный горизонт является самым бесплодным слоем дерново-подзоистой почвы. При этом чем светлее окраска горизонта A_2 и чем большую он имеет мощность, тем сильнее выщелочена и обеднена питательными веществами почва, тем ниже ее плодородие.

Иллювиальный горизонт (B) в отличие от выщелажавших является тем почвенным слоем, в котором частично закрепляются выносимые в процессе подзолообразования из верхних горизонтов органические и минеральные вещества.

Под воздействием имеющихся электролитов здесь коагулируют и задерживаются вынесенные из верхних слоев гидраты окиси железа, алюминия, перегнойные вещества, а также и глинистые суспензии. Вследствие обогащенности железом иллювиальный горизонт имеет красно-бурю окраску и, будучи пропитан и сцементирован коллоидальными частичками, отличается большой плотностью и твердостью.

Скопление железистых, а иногда и перегнойных веществ часто сопровождается образованием в этом горизонте ржавых пятен и ортштейна. Ортштейновые конкреции представляют собой новообразования, в которых наряду с кремнеземом содержится значительное количество полуторных окислов, а в некоторых случаях и перегноя.

Наличие конкреций ортштейна придает иллювиальному горизонту весьма пеструю окраску. Иногда образование ортштейна в этом слое бывает столь значительным, что весь горизонт превращается в твердую массу, сквозь которую не могут проникать не только корни растений, но и вода. В таких случаях развитие ортштейнового горизонта может способствовать задержанию влаги и служить одной из причин заболачивания почв, т. е. перехода дерново-подзолистой почвы в стадию болотного развития.

Книзу количество новообразований заметно убывает, иллювиальный горизонт приобретает более однородную окраску и постепенно переходит в материнскую породу, еще не измененную явным образом почвообразовательными процессами.

Материнская, или почвообразующая, порода (С) — самый нижний горизонт, который, как правило, в весьма малой степени затронут почвообразовательными процессами и отчетливо отделяется от вышележащих почвенных горизонтов.

В условиях избыточного увлажнения в нем нередко имеют место восстановительные процессы, или процессы оглеения, находящие свое отражение в появлении в почвенном профиле зеленых, голубоватых или сизоватых пятен.

В процессе оглеения, или глееобразования, главную роль играют явления восстановления окисного железа в двухвалентное, закисное. В явлениях восстановления железа основное значение имеют преимущественно анаэробные бактерии, разлагающие органические вещества в условиях затрудненного или полного прекращения доступа воздуха. Оглеенные и ржаво-охристые пятна представляют собой весьма существенные морфологические признаки, указывающие на длительный или на кратковременный застой избыточной влаги в почве.

Таков в основных чертах полный профиль типичной дерново-подзолистой почвы. В действительности же, как увидим ниже, профиль дерново-подзолистой почвы чрезвычайно варьирует как в отношении мощности, так и по степени выраженности отдельных генетических горизонтов.

ХИМИЧЕСКИЙ И МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Все рассмотренные выше морфологические особенности дерново-подзолистых почв находятся в самой тесной и непосредственной связи с их химическими и физическими свойствами.

Для ознакомления с особенностями химического состава дерново-подзолистых почв приведем данные валового анализа (табл. 26).

Приведенные данные весьма наглядно показывают прежде всего бедность дерново-подзолистой почвы органическим веществом. Сравнительная бедность дерново-подзолистых почв пере-

гноем объясняется главным образом тем, что при благоприятных условиях увлажнения распад растительных остатков происходит энергично, не прекращаясь даже в летние, наиболее сухие месяцы.

Таблица 26

Валовой состав (в процентах на безгумусовую прокаленную навеску дерново-подзолистых почв)
(по П. С. Коссовичу)

Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Перегной	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₂	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	MgO
A ₁	2—12	3,64	77,37	0,18	7,92	2,76	0,12	1,60	2,07	1,70	0,92
A ₂	20—30	0,37	80,11	0,09	8,87	2,99	0,06	1,33	2,12	2,12	0,94
B ₁	45—60	0,10	74,21	0,15	11,67	4,69	0,05	1,34	2,26	1,71	1,41
B ₂	85—100	0,22	72,99	0,11	10,45	4,97	0,02	1,30	2,26	1,86	1,79
C	125—130	0,29	69,23	0,09	10,75	4,82	0,02	3,27	2,10	1,75	2,51

Органическое вещество сосредоточено в основном в самом поверхностном слое, а поскольку этот слой отличается малой мощностью, не превышающей 8—12 см, то и абсолютное содержание перегноя в описываемых почвах весьма ограничено.

В тех почвах, в которых подзолообразовательный процесс ослаблен, а дерновый преобладает, мощность гумусового горизонта возрастает, увеличивается количество гумуса в поверхностном горизонте и в целом по профилю.

При сопоставлении валового количества минеральных соединений по горизонтам обращает на себя внимание относительная обогащенность верхних горизонтов почвы кремнеземом (SiO₂), что является результатом выщелачивания из этих же горизонтов других веществ.

Наиболее резко процесс выщелачивания нашел свое отражение в уменьшении валового количества Al₂O₃ и Fe₂O₃ в поверхностном слое. Вынос R₂O₃ свидетельствует о глубоком распаде минеральной части почвы.

Необходимо добавить, что процессам миграции подвержены не только окислы железа, алюминий и другие соединения минеральной части почвы, но также и кремнезем. Убедительным доказательством этого служат, во-первых, значительное содержание SiO₂ в золе различных растений, во-вторых, наличие SiO₂ в ручьевых и речных водах, где это соединение могло появиться, очевидно, лишь в результате вымывания его из почвенных толщ.

Однако из всех соединений, входящих в состав минеральной части почвы, SiO₂ является наиболее устойчивым, благодаря чему и передвижение его в почве выражается наименьшими величинами по сравнению с другими минералами.

Содержание и состав гумуса сильноподзолистой и дерново-подзолистой почвы
(по М. М. Кононовой)

Почва	Глубина (см)	Гумус (процент)	Состав гумуса (процент от общего количества)						Отношение гуминовых кислот к фульвокислотам
			извлекаемый спиртобензолью	извлекаемый при декальцировании	гуминовая кислота	фульвокислота	остаток	сумма	
Сильноподзолистая	3—12	2,31	17,9	11,2	13,5	23,9	31,3	97,8	0,56
	15—20	3,49	9,9	20,8	16,8	33,2	18,3	99,0	0,51
	25—30	1,07	17,7	10,2	14,5	21,0	25,3	95,2	0,69
Дерново-подзолистая	4—7	6,93	12,2	2,0	22,3	28,3	34,7	99,5	0,79
	7—15	1,69	12,2	11,2	15,3	26,5	34,8	100,0	0,58
	15—23	1,00	17,2	1,7	13,8	24,1	41,4	98,2	0,57
	23—38	0,52	23,4	3,3	13,3	26,7	33,3	100,0	0,50

О составе гумуса дает представление табл. 27.

Для обеих почв характерно преобладание фульвокислот над гуминовыми, однако, в сильноподзолистой почве это преобладание более заметно.

Подзолообразовательный процесс, влияя на химический состав почвы, вносит определенные изменения и в ее механический состав (табл. 28).

Таблица 28

Механический состав дерново-подзолистых почв
(по А. А. Роде)

Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Содержание фракций (процент от веса сухой почвы)					
		1—0,25 мм	0,25—0,05 мм	0,05—0,01 мм	0,01—0,001 мм	0,001—0,0002 мм	<0,0002 мм

Дерново-сильноподзолистая почва на валунном суглинке

A ₁	5—10	23,4	28,6	31,6	15,4	0,8	0,2
A ₂	20—25	18,8	37,4	26,0	16,0	1,7	0,1
A ₂ B	30—35	22,0	30,0	24,1	19,1	3,4	1,4
B	40—45	20,3	25,9	20,3	17,1	8,2	8,2
C	100—105	18,1	31,3	18,4	16,1	7,8	7,8

Дерново-сильноподзолистая почва на ленточной глине

A ₁	5—10	9,9	6,2	21,6	55,9	5,5	1,0
A ₂	15—20	8,1	8,4	21,3	55,2	6,0	1,0
A ₂ B	25—30	4,5	8,7	16,8	54,3	9,7	6,0
B	40—45	2,2	3,2	15,8	40,8	18,2	18,8
C	80—90	0,0	0,2	6,4	67,1	13,2	13,1

Из таблицы видно, что верхние горизонты дерново-подзолистых почв по сравнению с материнской породой (горизонт С) обеднены илистой частью ($<0,001$ мм). В то же время содержание крупных фракций в верхних горизонтах выше, чем в материнской породе. Иллювиальный горизонт (В) более обогащен по сравнению с материнской породой и с вышележащими горизонтами самыми мелкими фракциями ($<0,0002$ мм).

Понятно, что такого рода перераспределение вещества по почвенной толще неизбежно сказывается и на физических свойствах почвы: верхние горизонты несколько опесчаниваются, утрачивают связность, делаются более рыхлыми и бесструктурными; нижние же слои, наоборот, уплотняются, становятся связными и труднопроницаемыми как для воздуха, так и для воды.

Однако такая закономерность обнаруживается только в почвах суглинистых и глинистых, т. е. в почвах тяжелого механического состава и с ярко выраженным подзолообразовательным процессом. При слабом же его проявлении в связи с карбонатностью пород и составом древесных насаждений перегруппировка механического состава по профилю выражена менее ярко или же совсем отсутствует.

Состав поглощенных катионов в почвах приведен в табл. 29.

Таблица 29

**Содержание обменных катионов и pH водной суспензии
в дерново-подзолистой и подзолистой почвах
(по К. А. Уфимцевой)**

Гори- зон	Глубина взятия образца (см)	Содержа- ние гумуса (процент от веса сухой почвы)	Содержание обменных катионов (м-экв на 100 г сухой почвы)				pH водной суспензии	Степень насыщен- ности осно- ваниями (процент)
			Ca	Mg	H + Al	сумма		
Дерново-подзолистая почва Костромской области								
A ₁	2— 8	6,62	9,9	3,7	4,7	18,3	5,2	74
A ₂	15— 23	0,51	1,5	0,8	2,1	4,4	5,1	52
A ₂	25— 35	0,37	6,6	3,5	2,9	13,0	5,0	77
B ₂	60— 70	0,32	11,9	6,1	2,0	20,0	5,4	90
BC	100—110	0,32	18,7	9,2	0,1	28,0	7,9	99,6
Подзолистая почва Архангельской области								
A ₁	8— 21	1,00	0,9	0,1	10,3	11,3	4,5	9
A ₂	21— 31	1,07	1,0	0,1	3,9	5,0	4,5	22
A ₂ B	40— 45	0,38	2,5	1,4	4,6	8,5	4,5	46
B ₂	70— 75	0,30	11,8	5,5	1,5	18,8	4,8	92
C	110—120	—	11,8	5,4	Нет	17,3	7,12	100

Эти данные наглядно показывают ненасыщенность почв основаниями; среди поглощенных катионов в поглощающем

комплексе, значительное место занимают поглощенный водород и алюминий. Наибольшая ненасыщенность наблюдается в самых верхних, оподзоленных горизонтах; здесь поглощенные H^+ и Al^{+++} нередко могут преобладать над поглощенными Ca^{++} и Mg^{++} .

По мере углубления по почвенному профилю соотношение поглощенных катионов заметно изменяется. Количество водородных ионов и алюминия прогрессивно убывает, а количество кальция и магния возрастает. Уже в горизонте С, не затронутом еще почвообразовательными процессами, поглощенный водород сходит почти на нет, и в поглощающем комплексе оказываются одни лишь металлические катионы.

Следовательно, существенной особенностью, свойственной дерново-подзолистым и подзолистым почвам, является наличие в них обменной кислотности, которая во многих случаях настолько сильно выражена, что препятствует возделыванию ряда культур, например пшеницы, кукурузы, свеклы, ячменя и др. При высокой кислотности культурные растения обычно плохо развиваются, а иногда и совсем погибают.

По исследованиям Н. А. Ногинной и Т. А. Роде, в отдельных случаях на кислотность почвы могут оказывать непосредственное влияние и сами почвообразующие породы, например некоторые разновидности глинистых, хлоритовых и серицитовых сланцев, от природы обладающих высокой потенциальной кислотностью и весьма обедненных щелочноземельными катионами.

Почвы, сформировавшиеся на таких породах, с первых же фаз своего развития обладают явно выраженной кислотностью и ненасыщенностью основаниями. Здесь, следовательно, кислотность почвы является не результатом почвообразовательного процесса в определенных природных условиях, а свойством, унаследованным от самой почвообразующей породы.

Однако в подавляющем большинстве случаев кислотность почв и ненасыщенность их основаниями являются прямым и закономерным следствием развития подзолообразовательного процесса.

Чем сильнее выщелочена и оподзолена почва, тем резче выражена в ней кислотность. Почвы же слабо оподзоленные имеют обычно слабокислую, а иногда и нейтральную реакцию.

В тесной и непосредственной связи с ненасыщенностью основаниями и обедненностью описываемых почв коллоидами стоит и малая их емкость поглощения. Наименьшая величина емкости поглощения имеет место в подзолистом, наиболее выщелоченном горизонте.

Книзу емкость поглощения заметно увеличивается, достигая некоторого повышения в иллювиальном, обогащенном коллоидами горизонте. Но наиболее высокая емкость поглощения

наблюдается обычно в самом верхнем перегнойном слое, в особенности при сильном проявлении дернового процесса.

Емкость поглощения и ее распределение по профилю, кислотность и соотношение между поглощенными катионами находятся в полном соответствии со степенью выраженности подзолистого и дернового процессов: при более слабом проявлении подзолистого процесса и усилении дернового емкость поглощения возрастает.

Особенности дерново-подзолистых почв находят отражение и в водной вытяжке (табл. 30).

Таблица 30

Состав водной вытяжки из дерново-сильноподзолистой почвы на ленточной глее
(по А. А. Родс)

Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Остаток (процент от воздушно-сухой почвы)		Потеря при прокаливании (процент от воздушно- сухой почвы)	Раствор. гумуса (см ³ 0,05 п раствора KMnO ₄ на 100 г почвы)	Кислот- ность (см ³ 0,01 н кислоты на 100 г почвы)	СаО (процент от воздуш- но-сухой почвы)
		сухой	прокален- ный				
A ₁	5—10	0,0830	0,0125	0,0705	171	13,8	0,0038
A ₂	10—20	0,0436	0,0110	0,0325	73	9,2	0,0014
A ₂ B	25—30	0,0330	0,0150	0,0180	39	4,6	0,0017
B	40—45	0,0290	0,0110	0,0180	31	3,4	0,0024
C	80—90	0,0325	0,0155	0,0170	21	2,3	0,0049

Как видно из таблицы, общее содержание воднорастворимых веществ в дерново-подзолистых почвах невелико (сотые доли процента). При этом выделяется верхний горизонт, где количество растворимых веществ достигает наибольшей величины.

Характерным для воднорастворимых соединений дерново-подзолистых почв является значительное преобладание органических веществ над минеральными. Это указывает на большую подвижность перегнойных соединений, которая обусловлена их составом, а также на обедненность дерново-подзолистых почв основаниями, главным образом кальцием и магнием.

Характеристика физических свойств почв приведена в табл. 31.

Из приведенных данных видно, что обогащенность иллювиального горизонта коллоидами вызывает возрастание удельного и объемного веса и в особенности максимальной молекулярной влагоемкости, отражающей общую поверхность почвенной массы. Результатом такой дифференциации является изменение водных свойств в профиле почвы и прежде всего их водопроницаемости, которая в иллювиальном горизонте обычно резко снижается по сравнению с горизонтом А.

Такая дифференциация водопроницаемости нередко приводит к переувлажнению горизонта А, а иногда и к заболачиванию.

Таблица 31

Физические свойства сильноподзолистых почв
(по А. Ф. Лебедеву)

Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Вес почвы (г)		Пористость общая (процент)	Максимальная молекулярная влажность (процент к су- хой почве)
		объемный	удельный		
A ₁	0— 5	1,272	2,63	51,7	8,8
A ₂	10— 15	1,358	2,66	49,0	8,5
A ₃	25— 30	1,545	2,72	43,2	10,8
B	35— 40	1,511	2,73	44,5	15,0
B	45— 50	1,518	2,76	45,0	14,9
B	55— 60	1,535	2,75	44,2	15,1
B	65— 70	1,523	2,77	45,1	14,3
B	75— 80	1,566	2,68	43,7	14,6
B	90— 100	1,570	2,76	43,1	15,4
B	100— 110	1,580	2,78	42,9	14,2
C	110— 120	1,550	2,72	43,9	14,8

У слабоподзолистых почв эта дифференциация ослабляется, и, таким образом, водный режим у них более благоприятен по сравнению с сильноподзолистыми почвами.

Для почв подзолистого типа большое значение имеет их тепловой режим.

В восточных районах, в условиях континентального климата и недостатка тепла, темные и богатые гумусом дерново-подзолистые и дерново-лесные почвы плохо нагреваются и не обеспечивают корневую систему растений необходимым количеством тепла, что приводит к недозреванию некоторых полевых культур. Поэтому здесь забота об улучшении теплового режима таких почв путем обогащения их органическим веществом имеет большое значение в комплексе всех агротехнических мероприятий.

Таким образом, наиболее характерными свойствами, присущими дерново-подзолистым почвам, являются следующие.

1. Дерново-подзолистые почвы не насыщены основаниями, т. е. они содержат в себе то или иное количество обменных ионов водорода и алюминия.

2. В связи с ненасыщенностью основаниями эти почвы обладают кислой реакцией.

3. В результате процессов минерализации органического вещества и выщелачивания эти почвы обеднены гумусом и минеральными легкоподвижными соединениями.

4. Дерново-подзолистые почвы заключают в себе сравнительно небольшое количество необходимых для растений питательных веществ.

5. Эти почвы в большинстве случаев обладают слабо выраженной, непрочной структурой, вследствие чего они способны легко распыляться, заплывать при увлажнении, образовывать корку при высыхании и уплотняться.

6. Дерново-подзолистые почвы отличаются резко выраженной дифференциацией почвенного профиля на составляющие их генетические горизонты, причем гумусовый горизонт в большинстве случаев имеет малую мощность.

7. В составе гумуса видное или первое место принадлежит фульвокислотам, относительное количество которых тем больше, чем резче выражен подзолообразовательный процесс. При нарастании дернового процесса увеличивается количество гуминовых веществ.

8. Хотя состав почвенных микроорганизмов изучен слабо, но все же можно сказать, что в подзолистых почвах ведущее место принадлежит грибам.

Ввиду большого разнообразия условий почвообразования в лесо-луговой зоне развитие почвообразовательного процесса в почвах может протекать и проявляться самым различным образом, поэтому и отмеченные выше свойства сильно варьируют.

Здесь можно встретить почвы кислые и с нейтральной реакцией, и сильно выщелоченные, и почвы с мощным перегнойным горизонтом, и богатые гумусом, в которых подзолообразовательный процесс совсем почти не выражен, и почвы заболоченные, и т. д.

В этом отношении почвенный покров лесо-луговой зоны представляет собой сочетание множества почвенных образований, отличающихся между собой как морфологическими и биохимическими свойствами, так, следовательно, и своим природным плодородием.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, ВИДЫ И РАЗНОВИДНОСТИ ПОЧВ ЛЕСО-ЛУГОВОЙ ЗОНЫ

Все почвы лесо-луговой зоны могут быть отнесены к следующим основным типам: дерновому, дерново-подзолистому, подзолистому, подзолисто-болотному и болотному.

Каждый из этих типов в свою очередь подразделяется на ряд почвенных видов (по степени выраженности дернового и подзолистого процесса) и разновидностей (по механическому составу).

Ниже мы остановимся на характеристике дерновых, дерново-подзолистых, подзолистых и подзолисто-болотных почв. Болотные почвы будут рассмотрены в отдельной главе.

Дерновые почвы. Среди почв лесо-луговой зоны широко распространены дерновые почвы, отличающиеся хорошо выраженным дерновым горизонтом, почти полным отсутствием подзолистого слоя, большим содержанием перегноя, высокой насыщенностью основаниями, слабокислой или нейтральной реакцией, прочной комковатой структурой и высоким естественным плодородием.

Типичными представителями дерновых почв являются дерново-карбонатные почвы.

Развитие дерново-карбонатных почв приурочено к участкам, где залегают сильнокарбонатные почвообразующие породы. К числу таких пород относятся известняки, меловые отложения, известковые мергели, валунные суглинки с включением обломков известняка и безвалунные суглинки и глины с известковыми конкрециями.

Богатство материнских пород карбонатами кальция и магния весьма благоприятствует развитию дернового процесса и в сильной степени препятствует подзолообразованию. Вследствие этого дерново-карбонатные почвы всегда отличаются высокой насыщенностью основаниями, нейтральной или слабокислой реакцией, большим содержанием перегноя (4—6%), структурным строением и хорошо развитым перегнойным горизонтом, мощность которого достигает 15—20 см, а в отдельных случаях и 40—60 см.

Степень насыщенности основаниями у них достигает 90% и выше и только у оподзоленных видов снижается до 75%; емкость поглощения очень высокая и колеблется чаще всего в пределах от 35 до 50 м-экв на 100 г почвы, рН=6,5—7,5.

Профиль дерново-карбонатных почв характеризуется следующими чертами.

Горизонт A_1 — 0—55 см. Перегнойно-аккумулятивный суглинистый горизонт темно-серой окраски, с хорошо выраженной комковатой структурой.

Подзолистый горизонт не выражен.

Горизонт В — 55—120 см. Переходный суглинистый горизонт буроватой окраски с включениями карбонатной щебенки.

Горизонт С — 120 см. Мергелистый суглинок палево-желтоватой окраски.

Приведенное описание профиля говорит о слабой выщелоченности почв и об отсутствии или очень слабом проявлении в них процессов оподзоливания.

Вместе с тем дерново-карбонатные почвы отличаются высокой активностью фиксации азота азотобактером и накоплением нитратов нитрифицирующими бактериями.

Будучи маловыщелоченными, высоконасыщенными основаниями, обладая значительным количеством органического вещества, дерново-карбонатные почвы отличаются высокой произ-

водительностью и относятся к группе лучших почв лесо-луговой зоны.

Дерново-карбонатные почвы разделяются: 1) на дерново-карбонатные невыщелоченные, или типичные, в которых вскипание карбонатов от HCl обнаруживается в пределах верхнего горизонта (0—30 см); 2) на дерново-карбонатные выщелоченные, вскипание от HCl с глубины 40—60 см; оподзоленный горизонт не развит; 3) на дерново-карбонатные оподзоленные, вскипание от HCl не глубже 60 см; отличаются наличием слабо-развитого оподзоленного горизонта и слабокислой реакцией.

Значительные площади занимают дерновые почвы в районе Владимирского ополья, в состав которого входят части Владимирской и Ярославской областей. Эти почвы сформировались здесь на карбонатных лёссах под луговой травянистой растительностью и частично под лесом, состоящим из дуба, вяза и липы. Они содержат в себе до 6—7% перегноя, имеют темный цвет, сильно насыщены основаниями и обладают нейтральной или слабощелочной реакцией.

Аналогичные дерновые почвы, отличающиеся темно-серой окраской перегнойного горизонта с неясно зернистой или листоватой структурой и орштейноподобными зернышками, встречаются в Московской области. На глубине 30—35 см нередко обнаруживается оглеенный иллювиальный горизонт.

По данным В. Г. Зольникова, своеобразные дерновые почвы значительно распространены в Якутской АССР под лиственничной тайгой и на Камчатке под высокотравными лугами.

Высоким содержанием органического вещества выделяются почвы на Камчатке. Количество перегноя в них достигает 10—18%, что послужило основанием первому исследователю Камчатки С. П. Крашенинникову назвать эти почвы «камчатскими черноземами».

Подзолообразовательный процесс в этих почвах выражен слабо или отсутствует, рН солевой вытяжки обычно не выше 4,5—5,0.

Все эти почвенные образования отличаются высокой естественной производительностью.

Дерново-подзолистые почвы. В почвенном покрове лесо-луговой зоны дерново-подзолистые почвы имеют наиболее широкое распространение. Особенно большое место они занимают в южной и среднетаежной подзонах лесо-луговой зоны под пологом лиственных и смешанных лесов с травянистым покровом. Так, например, в пределах Белорусской ССР эти почвы составляют около 58% всей территории.

Развитие дерново-подзолистых почв осуществляется под влиянием дернового и подзолообразовательного процессов, поэтому в их профиле всегда отчетливо обнаруживаются дерновый и подзолистый горизонты.

По мощности дернового слоя эти почвы подразделяются (по С. П. Янкову): 1) на слабодерновые с дерновым горизонтом не более 10 см; 2) на среднедерновые с дерновым горизонтом от 10 до 20 см; 3) на глубокодерновые с дерновым горизонтом более 20 см.

В зависимости от степени развития и выраженности дернового и подзолообразовательного процессов дерново-подзолистые почвы подразделяются: на дерново-слабоподзолистые, дерново-среднеподзолистые, дерново-сильноподзолистые и дерново-глубокоподзолистые.

К дерново-слабоподзолистым относятся почвы, в которых подзолообразовательный процесс находится в начальной стадии развития, а дерновый, наоборот, хорошо развит. В природных условиях эти почвы широко встречаются в изреженных лесах, главным образом под покровом лиственных деревьев, затем отчасти под травянистой растительностью на суходольных сенокосах и по склонам холмов.

Дерново-слабоподзолистые почвы характеризуются слабой выраженностью подзолистого горизонта, а иногда почти отсутствием его и наряду с этим хорошо развитым перегнойным слоем, достигающим нередко значительной мощности. Наличие хорошо развитого перегнойного горизонта служит наглядным доказательством того, что здесь под влиянием травянистой растительности дерновый процесс доминирует над подзолообразовательным.

Эти почвы отличаются высокой насыщенностью основаниями (более 70%), слабой кислотностью ($pH=5,5-6,5$), заметной обогащенностью перегноем, а в связи с этим и важнейшими питательными веществами, которые необходимы для жизни культурных растений.

Согласно многим исследованиям, содержание растворимой P_2O_5 в этих почвах чаще всего колеблется в пределах 10—21,0 мг на 100 г почвы; содержание подвижного калия — от 8,4 до 32,0 мг на 100 г почвы; гумуса — от 2,6 до 4,2%, общего азота — от 0,10 до 0,20%. Наибольшее количество гумуса, азота, фосфора и калия содержится в самом верхнем, перегнойном горизонте.

Обладая значительным количеством питательных веществ и благоприятными физико-химическими свойствами, дерново-слабоподзолистые почвы являются лучшими в группе дерново-подзолистых почв, а при освоении под пашни они скоро переходят в категорию культурных почв с высоким плодородием.

К дерново-среднеподзолистым почвам относятся те, в которых подзолообразовательный процесс достиг более высокой стадии развития. Эти почвы широко распространены среди лесных массивов, главным образом на пологих склонах, а отчасти и на участках, свободных от древесных насаждений.

Морфологической особенностью дерново-среднеподзолистых почв является наличие в них ясно выраженного подзолистого горизонта (A_2), маломощность перегнойного горизонта (A_1) и слабая, легко распадающаяся под действием воды почвенная структура.

Почвы характеризуются повышенной кислотностью ($pH=4,5-5,5$), значительной выщелоченностью и малой насыщен-

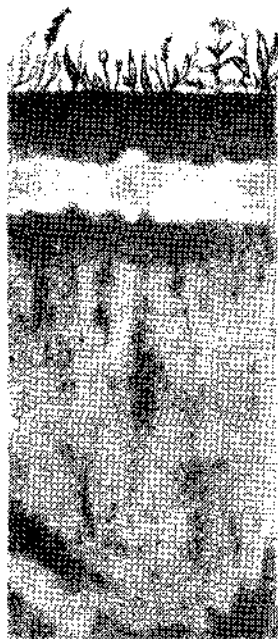


Рис. 4. Схема строения дерново-слабоподзолистой почвы.

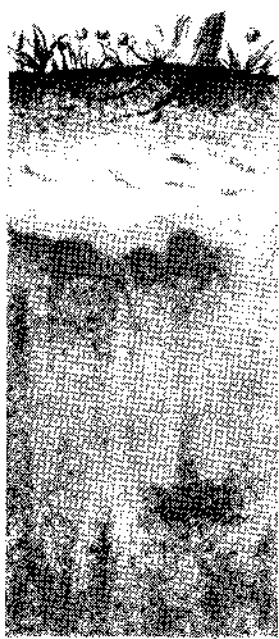


Рис. 5. Схема строения дерново-среднеподзолистой почвы.



Рис. 6. Схема строения дерново-сильноподзолистой почвы.

ностью основаниями (50—70%), а в связи с этим — обедненностью перегноем и минеральными соединениями.

Под густой древесной растительностью дерново-среднеподзолистые почвы имеют обычно маломощный перегнойный горизонт, не превышающий 10—12 см, и ясно выраженный подзолистый горизонт (A_2). В условиях же травянистой растительности, например в изреженном лесу, на полянках, где дерновый процесс лучше выражен, эти почвы отличаются более развитым перегнойным слоем, достигающим 12—14 см, и несколько замаскированным, а потому и менее ясно выраженным подзолистым горизонтом (A_2). В данном случае в профиле почвы полу-

чают явное отражение 2 противоположных, одинаково развитых, процесса — дерновый и подзолообразовательный.

Будучи значительно выщелоченными и обедненными органическими и минеральными соединениями и обладая наряду с этим повышенной кислотностью, дерново-среднеподзолистые почвы при прочих равных условиях имеют несколько меньшую производственную ценность по сравнению с дерново-слабоподзолистыми почвами.

К дерново-сильноподзолистым относятся почвы, в которых подзолообразовательный процесс достиг высокой стадии развития. В отличие от рассмотренных выше почв дерново-сильноподзолистые почвы встречаются главным образом на равнинных водораздельных лесных пространствах под сомкнутой древесной растительностью, где имеются на лицо все условия, затрудняющие проявление дернового процесса и в то же время весьма благоприятствующие интенсивному развитию подзолообразовательного процесса.

Дерново-сильноподзолистые почвы характеризуются резкой выраженностью подзолистого горизонта (A_2), нередко достигающего мощности 15—25 см, маломощностью перегнойного слоя, сильной выщелоченностью и обедненностью органическими и минеральными соединениями, малой насыщенностью основаниями (менее 50%), бесструктурностью и высокой кислотностью ($pH=4-4,5$).

В связи с сильной выщелоченностью дерново-сильноподзолистые почвы отличаются малым содержанием перегноя и отдельных питательных веществ, высокой кислотностью и рядом неблагоприятных физико-химических свойств. В производственном отношении они в большинстве случаев могут быть охарактеризованы как почвы с низким естественным плодородием.

Существенной особенностью дерново-глубокоподзолистых почв является наличие в их профиле подзолистого горизонта на значительной глубине от поверхности, чаще всего на контакте с менее водопроницаемой породой.

Развитие дерново-глубокоподзолистых почв приурочено обычно к местам песчаных и супесчаных отложений, где в связи с хорошей водопроницаемостью и малой влагоемкостью процессы почвообразования глубоко проникают в эти породы и дифференцируют их на сильно растянутые в глубину генетические горизонты.

В них процесс оподзоливания затронул всю толщу надморенных рыхлых супесчаных пород, однако, вследствие хорошей водопроницаемости их этот процесс проходил недостаточно интенсивно, и в профиле почвы он нашел лишь слабое отражение.

В связи с этим в природе не встречается дерново-глубокоподзолистых почв с резко выраженной оподзоленностью; в большинстве случаев эти почвы слабо оподзоленные и несколько

реже средне оподзоленные. Они отличаются слабой кислотностью ($pH=5,0-5,8$) и небольшим сравнительно содержанием органического вещества; в перегнойном горизонте количество гумуса достигает $1,0-2,8\%$, а в горизонте A_2B_1 оно уменьшается до $0,2-0,6\%$.

Дерново-глубокоподзолистые почвы значительно распространены в пределах Белорусской ССР, где большие площади выстланы песчаными и супесчаными отложениями, подстилаемыми на различной глубине суглинистой мореной.

Подзолистые почвы. Наряду с дерново-подзолистыми и дерновыми почвами большое место в лесо-луговой зоне занимают подзолистые почвы. Наиболее широко они распространены в северной и средней подзонах лесо-луговой зоны под сомкнутыми хвойными и смешанными лесами с наземным покровом из зеленых мхов и жестколистных ягодных полукустарников (черники, брусники и др.).

Развиваясь под пологом леса, подзолистые почвы отличаются почти полным отсутствием перегнойного горизонта, малым содержанием органического вещества, кислой реакцией и значительной выщелоченностью. В естественном состоянии они имеют на поверхности лесную подстилку из опада листьев и отмерших мхов, под которой непосредственно залегает мало-мощный перегнойный горизонт, образовавшийся главным образом за счет подкрашивания подзолистого горизонта гумусовыми веществами, вымытыми из подстилки.

Типичным профилем подзолистых почв является следующий:

A_0 — лесная подстилка различной мощности;

A_1 — грубогумусовый мало-мощный перегнойный горизонт ($2-5$ см и более);

A_2 — светло-серый или белесый бесструктурный подзолистый горизонт мощностью $5-25$ см и более;

B — бурый с различными оттенками иллювиальный горизонт, несколько более уплотненный по сравнению с вышележащими;

C — материнская порода самого различного механического состава.

В зависимости от степени и характера выраженности подзолистого горизонта подзолистые почвы подразделяются на слабо-подзолистые, среднеподзолистые, сильноподзолистые и глубоко-подзолистые.

Следует отметить, что вследствие почти полного отсутствия дернового процесса нередко перегнойный горизонт у сильноподзолистых почв не превышает $2-3$ см, а в отдельных случаях подзолистый горизонт (A_2) выходит непосредственно к самой поверхности почвы. В таких случаях сильноподзолистую почву называют подзолом. Подзолы, как правило, не образуют значительных площадей, а встречаются в природе в виде сравни-

тельно небольших пятен на фоне сильноподзолистых почв на ровных участках водоразделов под сомкнутым пологом леса.

О химических особенностях подзола наглядное представление дает табл. 32.

Таблица 32

Данные химического анализа подзола на песчанистой
легкосуглинистой морене под ельником-черничником
(по Н. П. Ремезову)

Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Перегноя (про- цент)	Валовой состав (процент на бес- перегнойную навеску)			Обменные катионы (м-экв на 100 г почвы)				Степень насыщен- ности основани- ями (процент)	рН	
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ca	Mg	H	сумма		водной вы- тяжки	соедовой вы- тяжки
A ₂	4—14	0,4	88,2	7,8	1,2	1,8	0,6	9,2	11,6	21	4,5	4,0
A ₂	20—30	0,3	87,9	8,4	1,4	1,5	0,4	6,6	8,5	20	4,8	4,2
B ₁	35—45	0,1	84,7	9,8	3,9	3,8	0,7	5,4	9,9	46	5,2	4,6
B ₂	60—70	0,1	80,4	12,6	4,5	10,4	2,2	7,1	19,7	64	5,5	4,7
BC	90—100	12,1	78,9	12,1	4,6	10,7	2,1	4,8	17,6	74	5,7	4,7

Подзолы отличаются весьма малым содержанием перегноя, обедненностью верхней части почвенного профиля полуторными окислами и небольшим накоплением их в иллювиальном горизонте. Нередко в иллювиальном горизонте подзолов обнаруживается значительное количество перегноя, вынесенного из верхних слоев почвы. Наряду с этим подзолы отличаются малым содержанием обменных оснований в верхних горизонтах, низкой степенью насыщенности основаниями и сильнокислой реакцией.

В зависимости от степени развития подзолистого горизонта подзолы подразделяются на 3 группы: 1) маломощные (мощность подзолистого горизонта меньше 15 см), 2) средние (мощность подзолистого горизонта от 15 до 25 см) и 3) мощные (мощность подзолистого горизонта больше 25 см). У мощных подзолов подзолистый горизонт иногда оканчивается на глубине 30—35 см.

Нередко, преимущественно в северной части таежной зоны, в частности в северной Карелии, в условиях некоторого заболачивания на песчаных и супесчаных отложениях образуются подзолы с сильноразвитым железистым иллювиальным и гумусово-железистым иллювиальным горизонтом. Такого рода почвенные образования обычно выделяют в отдельную группу под наименованием подзолы с железистым иллювиальным горизонтом и подзолы с гумусово-железистым иллювиальным горизонтом.

По исследованиям А. И. Марченко, в профиле этих почв ярко выделяются следующие горизонты: сверху — мало

разложившиеся растительные остатки, пронизанные деревянистыми корнями полкустарников и покрытые мхами и лишайниками, далее — светлая супесчаная минеральная масса, резко ограниченная от нижележащей части почвенного профиля; наконец — иллювиальный, ярко окрашенный, иногда заметно цементированный гидроокисями железа и перегнойными веществами.

При этом к подзолам с железистым горизонтом относятся почвы с содержанием гумуса в иллювиальном горизонте до 2%, а к гумусово-железистым — больше 2%.

Отличаясь повышенной кислотностью и большой выщелоченностью, подзолы, как и сильноподзолистые почвы, обладают весьма низким естественным плодородием.

Подзолисто-болотные почвы. Развитие почвообразовательного процесса в условиях избыточного увлажнения приводит к формированию не только дерново-подзолистых почв, но и почв болотного типа, до торфяников включительно.

Между этими двумя группами почв в природе существует ряд промежуточных почвенных образований, каждое из которых знаменует собой определенную стадию развития болотного процесса.

Таковыми почвами, занимающими промежуточное положение, являются подзолисто-болотные почвы, характеризующиеся сочетанием подзолистого и болотного процессов почвообразования.

Развитие этих почв обычно приурочено к равнинным и пониженным элементам рельефа, создающим благоприятные условия для периодического их переувлажнения. Особенно интенсивно протекает процесс заболачивания, когда эти почвы развиваются на тяжелых, связных породах, отличающихся плохой водопроницаемостью, где в связи с этим повышается уровень грунтовых вод и образуются длительные застои почвенной воды, или верховодки.

Процессы заболачивания сопровождаются развитием оглеения почв, при этом в случае длительного застоя верховодки оглеение захватывает прежде всего горизонты A_1 и A_2 , при увлажнении за счет подтока вод снизу оглеением захватывается нижняя часть почвенного профиля — почвообразующая порода и горизонт В. Вместе с тем в условиях анаэробногения разложение растительных остатков идет весьма медленно и на поверхности почвы постепенно образуется маломощный торфянистый горизонт.

Наиболее характерными представителями подзолисто-болотных почв являются подзолисто-глеевые почвы.

Подзолисто-глеевые почвы широко распространены в средней и северной части лесо-луговой зоны, особенно в подзоне северной тайги, где они являются преобладающими почвенными образованиями. Меньше их встречается в южной части лесо-

луговой зоны, в которой заболачивание имеет подчиненное значение.

Подзолисто-глеевые почвы формируются в условиях повышенного увлажнения, поэтому они бывают длительно переувлажнены и имеют неблагоприятный водно-воздушный режим, содержат соединения закисного железа и другие вредные для растений вещества.

Согласно ряду исследований, закисные соли железа и, видимо, марганца в почве образуются в результате жизнедеятельности микроорганизмов в анаэробных условиях.

Подзолисто-глеевые почвы подразделяются на слабоподзолисто-глеевые, среднеподзолисто-глеевые и сильноподзолисто-глеевые.

Всем им присуща та общая особенность, что в нижней или верхней части профиля они имеют горизонт явно выраженного оглеения, а на поверхности — нередко и маломощный торфянистый слой.

Отличаясь значительной выщелоченностью, кислой реакцией, малым содержанием питательных веществ и неблагоприятным водно-воздушным режимом, подзолисто-глеевые почвы обладают низким естественным плодородием.

К этой же категории заболоченных почв относятся дерново-глеевые и дерново-карбонатно-глеевые почвы.

Дерново-глеевые почвы имеют профиль, очень близкий к профилю дерновых почв, но в связи с избыточным увлажнением отличаются более развитым гумусовым горизонтом и наличием глеевого горизонта.

Дерново-карбонатно-глеевые почвы формируются при увлажнении жесткими водами на плоских равнинах или по понижениям в районах распространения различных карбонатных почвообразующих пород. Эти почвы обладают значительным потенциальным плодородием. Отрицательным их свойством является избыточное увлажнение, плохая аэрация и наличие восстановительных процессов.

Песчаные и супесчаные почвы. На фоне большого разнообразия почв в лесо-луговой зоне несколько особо выделяется своими специфическими особенностями группа песчаных и супесчаных почв. Легкие песчаные и супесчаные почвы значительно распространены в нечерноземной полосе.

По новейшим данным, только в европейской части лесо-луговой зоны они занимают около 100 млн. га, из них на долю песчаных почв приходится примерно 70 млн. га. При этом около 15 млн. га легких почв представлено пахотными угодьями. Песчаные и супесчаные почвы сформировались на различных по своему происхождению отложениях: на сильно валунных ледниковых песках и супесях, на флювиогляциальных песках и супесях, древнеаллювиальных, делювиальных, а также на

озерных и морских валунных и безвалунных песчаных и супесчаных наносах.

Значительное распространение имеют легкие почвы, развитые на двучленных отложениях — на песках и супесях, подстилаемых мореной, или на супесях, подстилаемых песком; немало также встречается легких почв, особенно в Полесской низменности, сформировавшихся на трехчленных наносах — на маломощных супесях, подстилаемых песком и ниже мореной.

Песчаные и супесчаные почвы содержат в себе весьма незначительное количество илистой фракции, вследствие чего они мало связны, сыпучи, легко водо- и воздухопроницаемы, мало-влагоемки, быстро высыхают и подвержены развеванию ветрами.

По степени оподзоленности эти почвы подразделяются на скрыто, слабо, средние и сильно оподзоленные. Наиболее распространенными из них являются скрыто, слабо и средне оподзоленные почвы; их профиль обычно отличается слабой выраженностью генетических горизонтов. Что же касается сильно оподзоленных песчаных и супесчаных почв, то они встречаются гораздо реже, и сравнительно незначительные их участки приурочены главным образом к ровным и пониженным элементам рельефа.

Они характеризуются ясно выраженной дифференциацией генетических горизонтов, наличием весьма маломощного перегнойного слоя и сильно развитого подзолистого горизонта. Нередко перегнойный горизонт на песчаных почвах почти полностью отсутствует и тогда подзолистый слой выходит непосредственно к поверхности.

Песчаные и супесчаные почвы, сформировавшиеся на двучленном наносе, отличаются наличием мощного подзолистого горизонта во всей толще между перегнойным слоем и подстилающей связной мореной. Это так называемые глубоко оподзоленные почвы, которые довольно часто встречаются в пределах Белорусской ССР.

В северной части лесо-луговой зоны и в особенности в районах конечных морен и водноледниковых понижений значительно распространены периодически избыточно увлажняемые почвы: подзолисто-глееватые и глеевые песчаные и супесчаные почвы, дерново-подзолисто-глеевые, торфянисто-подзолисто-глеевые и торфянисто-подзолисто-железистые с гумусовым иллювиальным горизонтом.

Существенными особенностями, присущими большинству легких песчаных и супесчаных почв лесо-луговой зоны, являются ничтожное содержание перегной и питательных веществ, низкая погложительная способность, малая насыщенность основаниями и низкое естественное плодородие. Благодаря хорошей аэрации органическое вещество в них подвергается быстрому разложе-

нию, минерализуется, а минеральные питательные соединения нисходящими водами нередко выносятся за пределы корнеобитаемого слоя.

По данным агрохимических анализов, песчаные и супесчаные лесные почвы содержат в перегнойном горизонте от 0,25 до 1,5% перегной и около 2—5 мг на 100 г почвы подвижных форм P_2O_5 и K_2O . Величина рН (в KCl) в них чаще всего колеблется в пределах 4—5,5, степень насыщенности основаниями обычно не превышает 40—50%, нередко снижаясь до 30 и даже 20%. Только в отдельных районах, например в Белорусском Полесье, легкие почвы, развитые на флювиогляциальных песках и супесях с близкими грунтовыми водами, богатыми карбонатами, имеют нейтральную или даже слабощелочную реакцию и высокую степень насыщенности основаниями.

Но вместе с тем описываемые почвы не лишены и положительных свойств, имеющих большое производственное значение. Песчаные и супесчаные почвы, отличаясь малой влагоемкостью и большой водопроницаемостью, не подвержены переувлажнению и заболачиванию в периоды обильных выпадений осадков, они обладают благоприятными тепловыми свойствами и хорошей аэрацией, легки для механической обработки и, что особенно важно, весьма отзывчиво реагируют на агротехнические мероприятия и быстро поддаются окультуриванию.

Это лучшие почвы для сосновых насаждений, и безусловно бугристые и холмистые участки песчаных и супесчаных почв должны оставаться под сосновыми лесами. При окультуривании этих почв основное значение приобретают мероприятия, направленные на изменение водно-воздушного их режима, на повышение влагоемкости, водоудерживающей способности, уменьшение водопроницаемости и увеличение запасов питательных веществ.

ВАЖНЕЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОКУЛЬТУРИВАНИЮ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ, ПОДЗОЛИСТЫХ, ДЕРНОВЫХ И ПОДЗОЛИСТО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Дерново-подзолистые, подзолистые и подзолисто-болотные почвы, как уже указывалось выше, в своем большинстве отличаются маломощностью перегнойного горизонта, обедненностью органическими и минеральными соединениями, кислой реакцией, слабой структурностью и недостаточной аэрацией.

Первостепенное значение в улучшении дерново-подзолистых почв имеют органические удобрения. Органическое вещество является не только главным источником питательных элементов, но и существенным фактором, обуславливающим благоприятный воздушный, водный и тепловой режимы, а также биологическую активность почвенной микрофлоры. Поэтому улучшение

данных почв сопряжено прежде всего с обогащением их органическими удобрениями.

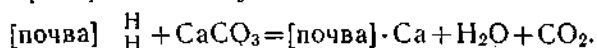
Большинство дерново-подзолистых и подзолистых почв весьма бедно такими элементами питания, как азот, фосфор и калий. Внесение этих элементов резко повышает плодородие всех дерново-подзолистых почв. В связи с этим применение минеральных удобрений, главным образом азотных и фосфорных, имеет исключительно важное значение.

Весьма существенным агромероприятием, необходимым для улучшения качества и повышения плодородия дерново-подзолистых почв как пахотных, так и вновь осваиваемых угодий, является известкование.

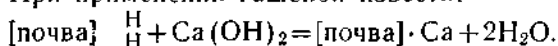
Применение извести на дерново-подзолистых почвах обеспечивает борьбу с отрицательными свойствами этих почв, создает благоприятную почвенную среду для культурных растений.

При известковании прежде всего уничтожается вредная для растений почвенная кислотность.

При применении углекислой извести:



При применении гашеной извести:



В результате известкования дерново-подзолистые почвы превращаются из ненасыщенных основаниями в почвы, насыщенные основаниями, они приобретают более благоприятные физические свойства: улучшается аэрация, водопроницаемость и тепловые свойства. Благодаря нейтрализации кислой реакции и улучшению воздушных и водных свойств в дерново-подзолистых почвах усиливаются и микробиологические процессы, приводящие к накоплению питательных веществ.

Внесение извести способствует накоплению перегноя в почве: катионы кальция как сильного коагулятора свертывают органические и минеральные коллоиды и предохраняют их от вымывания в глубокие горизонты почвы.

Как установлено опытными станциями, известкование действует в течение одной, двух и даже трех ротаций севооборота. При этом каждая тонна извести, внесенная в кислую почву, за время своего действия дает общую прибавку урожая всех выращенных в севообороте сельскохозяйственных культур в пересчете на зерно до 12—15 ц на гектар.

Отмечая большое производственное значение применения извести в земледелии, необходимо при этом подчеркнуть следующие весьма существенные обстоятельства.

1. Известь не заменяет собой удобрений, а является главным образом лишь средством улучшения физических и биохимических

мических свойств дерново-подзолистых почв. Поэтому высокая эффективность известкования достигается только при условии одновременного внесения в почву в достаточном количестве органических и минеральных удобрений в комплексе с другими агромероприятиями.

2. Известкование следует применять не на всех почвах дерново-подзолистой зоны, а только на тех, которые действительно требуют внесения извести.

3. При определении дозы извести на гектар необходимо учитывать свойства почв. Излишнее внесение извести может иногда повлечь за собой не улучшение, а ухудшение почвы.

Такого рода нуждающимися в известковании почвами являются сильно- и среднеподзолистые почвы. Что же касается дерново-карбонатных и слабо оподзоленных, то они в большинстве случаев в известковании не нуждаются.

Необходимо еще отметить, что наряду с известью положительный эффект на дерново-подзолистых почвах дают и некоторые микроэлементы, например молибден, бор и марганец. Внесение их в почву заметно повышает урожай сельскохозяйственных культур, в особенности льна, сахарной свеклы и др.

Что же касается подзолисто-болотных почв, то важнейшим и необходимым мероприятием, помимо перечисленных выше, является также мелиорация, борьба с избыточным увлажнением путем устройства искусственного дренажа.

Важное значение в деле окультуривания подзолистых и дерново-подзолистых почв имеет создание мощного пахотного слоя.

Углубление пахотного слоя и его окультуривание в зоне дерново-подзолистых почв значительно повышает урожай обычно в первый же год и создает возможность для непрерывного роста урожаев всех сельскохозяйственных культур в последующие годы.

Однако поскольку подзолистые и дерново-подзолистые почвы отличаются неглубоким залеганием подзолистого горизонта, резкое углубление вспашки будет сопряжено с неизбежным выворачиванием наверх бесплодного подзолистого горизонта и понижением эффективного плодородия почвы. Во избежание этого явления углубление пахотного слоя на этих почвах должно производиться постепенно и, что весьма существенно, при обязательном одновременном обогащении почв достаточными дозами органических и минеральных удобрений в комплексе с другими, не менее важными агромероприятиями, способными улучшить качество этих почв, — известкованием, осушением заболоченных участков и др. Только при этом условии возможно эффективное углубление пахотного слоя.

Своеобразной особенностью пахотных угодий в некоторых районах дерново-подзолистой зоны является большая засоренность валунами, весьма затрудняющими культурную обработку

почв и использование сложной сельскохозяйственной техники. Повышение культуры земледелия в этих районах настоятельно требует полного очищения пахотных земель от валунов.

Наконец, особо следует отметить группу песчаных и супесчаных почв, широко встречающихся во многих областях дерново-подзолистой зоны. Развитые на рыхлом песчаном и супесчаном субстрате, эти почвы отличаются почти полным отсутствием минеральной илистой фракции, ничтожным содержанием перегноя



Рис. 7. Валуны на поле (Вологодская область).

и питательных веществ, низкой поглотительной способностью, малой насыщенностью основаниями и низким естественным плодородием.

Главным условием повышения плодородия легких почв является обогащение их органическим веществом путем посева сидерационных и других культур с мощной корневой системой, внесение навоза, компоста в сочетании с известью и минеральными удобрениями.

Особенно необходимо на песчаных и супесчаных почвах проводить посевы кормового люпина с использованием его надземной массы в качестве богатого белком корма и с запашкой пожнивных и корневых остатков, а также посевы пожнивных культур с использованием их на корм и зеленое удобрение.

В повышении плодородия легких почв наряду с сидератами огромное значение имеют такие органические удобрения, как навоз, торфонавозные и другие компосты и смеси. Заделка этих удобрений в почву должна проводиться с учетом местных условий и на разные глубины с целью регулирования скорости их разложения.

В системе удобрений легких почв на фоне сидератов и других органических удобрений широкое применение должны найти минеральные (фосфорные, калийные, магниесодержащие и особенно азотные) удобрения, а также микроудобрения — бор, молибден, медь, кобальт, цинк и др.

Что же касается рыхлопесчаных почв, развитых на глубоких сухих песках, особенно на дюнных и бугристых, к тому же сильно завалуненных, то их целесообразно отводить под залесение сосной.

ОКУЛЬТУРЕННЫЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫЕ И ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА

Под влиянием рациональной системы агротехнических воздействий целинные дерново-подзолистые и подзолистые почвы постепенно переходят в категорию окультуренных почв, обладающих рядом новых, благоприятных биологических и физических свойств. При окультуривании почв развитие подзолообразовательного процесса постепенно затухает, а затем и совсем прекращается, изменяется дерновый процесс, свойственный целинным почвам, и дальнейшее развитие и эволюция почв определяются главным образом системой агротехнических воздействий.

Под влиянием окультуривания эти почвы постепенно утрачивают первоначальные черты и приобретают новые свойства: увеличивается мощность перегнойного горизонта, улучшается его структура, а подзолистый горизонт, ясно выраженный у целинных почв, уменьшается, а затем, по мере углубления пахотного слоя, и совсем исчезает.

С окультуриванием дерново-подзолистых и подзолистых почв изменяется и качественный состав органического вещества: уменьшается содержание фульвокислот и повышается количество гуматов кальция. Вместе с тем в результате окультуривания повышается емкость поглощения и изменяется состав обменных катионов: увеличивается количество поглощенных Ca^{++} и Mg^{++} и уменьшается содержание обменных H^+ и Al^{+++} .

Благодаря насыщению почвы катионами Ca^{++} и Mg^{++} заметно изменяется реакция почвенного раствора: резко выраженная кислотность, присущая целинным почвам, постепенно сменяется слабокислой, а иногда и нейтральной реакцией. В связи

с этим усиливается биологическая активность почвенной микрофлоры — нитрификаторов, а также и азотобактера, который в целинных и малоокультуренных почвах не встречается или встречается в весьма малом количестве.

Пахотные угодья на протяжении длительного времени подвергались воздействию различных агротехнических мероприятий, поэтому они являются не только естественноисторическим телом, но в известной мере и продуктом труда человека.

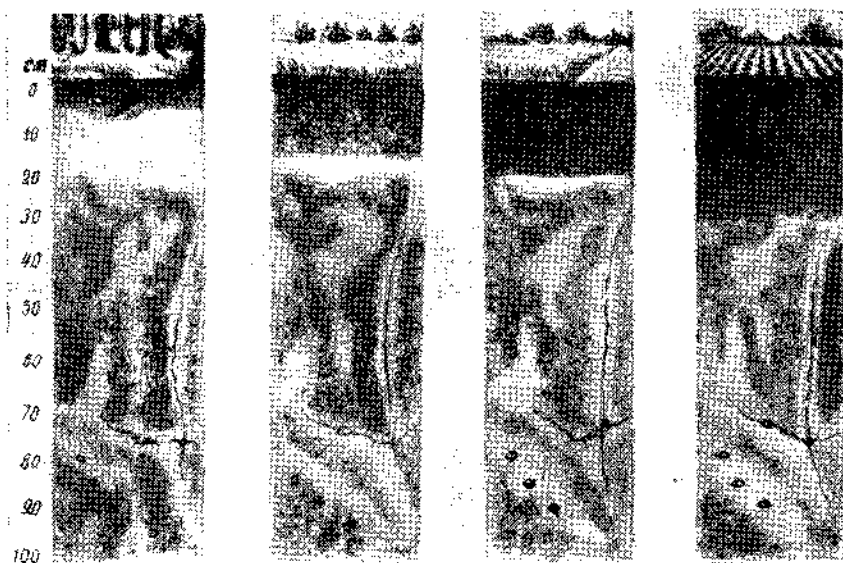


Рис. 8. Изменение дерново-подзолистей почвы под влиянием окультуривания.

Поскольку же, однако, степень агротехнических воздействий на разных земельных участках была неодинаковой, то по степени окультуренности пахотные почвы схематически можно разделить на 3 группы: культурные, средне окультуренные и слабо окультуренные.

При этом в качестве основы здесь могут быть приняты следующие относительно устойчивые и практически существенные показатели для каждой категории окультуренных почв.

Культурные почвы: 1) мощность пахотного слоя 20 см и более; 2) хорошо выражена комковатая структура; 3) признаки подзолистого горизонта отсутствуют (исключая глубокооподзоленные почвы); 4) содержание перегоя в пахотном слое превышает 3%; 5) насыщенность почвы основаниями превышает 75%; 6) pH солевой вытяжки (KCl) 5,5—6,0 и выше; 7) отсут-

ствие на полях явных следов эрозионных процессов и валунов.

Средне окультуренные почвы: 1) мощность пахотного слоя около 20 см; 2) отличается непрочной комковатой структурой; 3) под пахотным слоем заметны следы подзолистого горизонта; 4) содержание перегноя в пахотном слое колеблется от 2 до 3%; 5) степень насыщенности почвы основаниями от 55 до 75%; 6) рН солевой вытяжки (KCl) около 5; 7) местами в поле ясно заметны признаки эрозионных процессов в виде смытых и намывных почв; возможно наличие редких валунов на полях.

Слабо окультуренные почвы: 1) мощность пахотного слоя менее 20 см; 2) слабо выражена непрочная комковатая структура; 3) под пахотным слоем ясно выражен подзолистый горизонт; 4) содержание перегноя в пахотном слое меньше 2%; 5) насыщенность почвы основаниями около 55% и ниже; 6) рН солевой вытяжки (KCl) 4—5 и ниже; 7) местами в поле резко выражены следы эрозионных процессов в виде смытых и намывных почв, рытвин и т. д.; возможно наличие валунов на полях.

Все категории окультуренных почв далее подразделяются по механическому составу на песчаные, супесчаные, легкосуглинистые, суглинистые, тяжелосуглинистые и глинистые разновидности.

Культурные почвы залегают главным образом на участках, где из года в год применяется интенсивная система земледелия. Сюда относятся прежде всего приусадебные участки, участки, занятые под садами, огородами и отчасти земли полевого севооборота, где систематически осуществляется высокая агротехника. Высокие и устойчивые урожаи, ежегодно получаемые на этих почвах, красноречиво говорят об их потенциальном и эффективном плодородии. Эти наиболее ценные и плодородные почвы в известной мере могут служить образцом или эталоном, к которому должны приближаться все пахотные и вновь осваиваемые земли в перспективе их дальнейшего окультуривания и улучшения.

Средне окультуренные почвы свойственны большинству пахотных земель полевого севооборота, где в силу различных обстоятельств применяется несколько более низкая агротехника. Они отличаются небольшим содержанием перегноя, повышенной кислотностью, малой степенью насыщенности основаниями и ограниченным содержанием питательных веществ.

Слабо окультуренные почвы встречаются главным образом на вновь освоенных пахотных землях, а также на старопашотных участках, где длительное время применялась низкая агротехника.

Средне окультуренные и слабо окультуренные почвы различного механического состава являются преобладающими почвами земельных территорий полевых севооборотов, составляя основной земельный фонд колхозов и совхозов. Соотношение этих двух групп почв в различных хозяйствах неодинаково: в одних хозяйствах преобладают слабо окультуренные, в других — средне окультуренные, но в большинстве случаев эти почвы чередуются и сменяются одна другой на самых незначительных пространствах.

Следует здесь же подчеркнуть, что перечисленные признаки окультуренных почв дерново-подзолистого типа не являются одинаковыми в разных областях и районах обширной лесолуговой зоны. Поэтому необходимы их дальнейшее уточнение и конкретизация применительно к различным почвенным и сельскохозяйственным районам.

Закономерным следствием окультуривания дерново-подзолистых и подзолистых почв является улучшение важнейших их свойств и повышение производительности, получающих конкретное выражение в прогрессивном росте урожаев культурных растений. При окультуривании дерново-подзолистых и подзолистых почв многие признаки и свойства, присущие целинным почвам, постепенно изменяются, резкие различия между почвенными разновидностями сглаживаются, и почвы приобретают более однородный характер.

Поэтому среди окультуренных почв обычно не наблюдается той значительной пестроты и многообразия, какие свойственны целинным почвам.

ГЛАВА XIV

БОЛОТНЫЕ ПОЧВЫ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

В комплексе почв как лесо-луговой, так и тундровой зон широкое распространение имеют болотные почвы. В лесо-луговой зоне они занимают подчиненное положение, за исключением Западносибирской низменности, в области же тундры — являются преобладающим типом почв.

Общая площадь болотных почв в лесо-луговой зоне составляет около 10% всей территории.

Распространены болотные почвы главным образом в зоне хвойных и отчасти в зоне смешанных лесов.

В европейской части СССР больше всего болотных почв на западе, северо-западе и севере. Так, в Архангельской и Вологодской областях они занимают около 15%, в Ленинградской области 18, в Карельской АССР около 26, в Мурманской области 24,6, в Белорусской ССР 22,8%. Изобилуют болотными почвами обширные бессточные низменности с близкими грунтовыми водами, например, Мещера, Молого-Шекснинская, Ильменско-Волховская, Полесье и др.

Что же касается южных степных областей, то здесь болотные почвы встречаются редко. В южных районах СССР небольшие массивы болотных почв находятся главным образом только в плавнях и дельтах р. Днепра, Дона, Волги, Кубани, Риона, Терека и др.

В азиатской части СССР болотными почвами занято более 100 млн. га. При этом наиболее обширную площадь занимают болотные образования, расположенные в основном в лесной зоне Западносибирской низменности на водоразделе р. Оби и Иртыша. Значительные массивы болотных почв залегают в лесостепной части Западносибирской низменности, в Барабинской степи. Обширные их участки встречаются также на Дальнем Востоке и на Камчатке.

Огромные площади, занимаемые болотными почвами, колоссальная масса заключенного в них органического вещества,

представляющая практически неисчерпаемый источник зольной и азотной пищи для растений, своеобразные условия возникновения и развития болотных почв издавна привлекали внимание многих ученых и практиков сельского хозяйства, изучавших болотные образования с различных теоретических и производственных точек зрения.

Тем не менее исследование болотных почв является еще недостаточным, и в вопросах генезиса и эволюции этих своеобразных природных образований имеется много неясного и спорного.

Возникновение и развитие болотных почв неразрывно связано с избыточным увлажнением. Избыточное увлажнение почв в условиях лесо-луговой зоны может возникать вследствие различных причин как гидрологического, так и биологического порядка. В одних случаях оно обязано выходам на поверхность или близко к поверхности почвенно-грунтовых вод, в других — скоплению на поверхности почвы атмосферных осадков. Пересыщение почвы грунтовыми водами в природе широко встречается по низинам и поймам рек. Но гораздо чаще избыточное увлажнение возникает под влиянием атмосферных осадков.

Скоплению атмосферной влаги на поверхности почвы в большой степени благоприятствуют понижения местности, а также равнинные условия рельефа, исключающие возможность стока воды, затем водонепроницаемость почвообразующих пород и преобладание количества среднегодовых осадков над среднегодовым испарением.

Некоторое значение может иметь при этом наличие в почвах уплотненного или сильно развитого ортштейнового горизонта, затрудняющего прохождение воды в глубь почвы. Образование мощного ортштейнового слоя может служить одной из причин заболачивания песчаных массивов в хвойных лесах. Немалое значение имеет отсутствие леса, транспирирующего большую массу воды. Стихийное уничтожение лесов при пожарах, а также бессистемная сплошная рубка, согласно многим наблюдениям, нередко приводили к заболачиванию почв.

Нередко существенной причиной заболачивания лугов может явиться большое накопление в почве органических веществ в результате длительного и интенсивного развития дернового процесса под злаковой луговой растительностью. Значительное накопление перегноя и мертвых растительных остатков под луговой растительностью увеличивает влагоемкость почв и служит одной из причин длительного задерживания в них влаги, т. е. заболачивания лугов. Здесь, таким образом, само избыточное увлажнение почв является уже не причиной, а следствием развития болотообразовательного процесса.

Наличие избыточной влаги в верхних слоях почвы затрудняет доступ воздуха, замедляет разложение растительных остат-

ков и способствует дальнейшему их накоплению. В этих условиях сильно развиваются анаэробные процессы. Аэробное разложение органических веществ сводится к минимуму. Ухудшаются водный, воздушный и питательный режимы почв. В результате ухудшения пищевого режима рыхлокустовые злаки (тимофеевка, луговая овсяница, ежа, лесные мятлики и др.) постепенно отмирают, уступая место плотнокустовым (белоус, овечья овсяница, типец, луговик дернистый и др.), более приспособленным к вновь создавшимся условиям почвенной среды.

Характерной особенностью плотнокустовых злаков является то, что узел кушения у них всегда лежит выше поверхности почвы и находится в условиях свободного доступа воздуха.

Наличие влагоемкой массы мертвых листовых влагалищ и стеблей в плотном кусте обеспечивает постоянную влажность воздуха, окружающего узлы кушения. Корни всех плотнокустовых злаков снабжены микоризой, корневых волосков у них не образуется. Кустовые злаки образуют кочки, ослабляют сток поверхностных вод, усиливают снегосбор, затеняют поверхность почвы и тем самым уменьшают испарение. Почва становится избыточно увлажненной.

Плотнокустовой растительностью обычно заканчивается луговая стадия дернового почвообразовательного процесса и начинается его болотный период, сопровождающийся появлением в значительном количестве различного рода осок, гипновых мхов и древесно-кустарниковой растительности в виде ив, низкорослой березы и др.

Следует отметить, что заболачивание лугов и пастбищ во многих случаях ускоряется бессистемной пастьбой скота, вызывающей уплотнение почвы, появление кочек и ям, разбивание дернины, поселение мхов и длительное застаивание воды на поверхности.

При избыточном увлажнении атмосферными водами на лугах и пастбищах происходит накопление неразложившихся остатков растений в виде полуторфянистой массы. Наряду с этим резко возрастает кислотность почв, увеличивается содержание подвижного алюминия, ухудшаются физические свойства почв, изменяется растительный покров.

Широкое развитие процесса заболачивания, например, в Полесской низменности связано с особенностями рельефа, с преобладанием равнинных понижений, близким залеганием водонесных горизонтов и выходом на поверхность грунтовых вод, наличием густой речной сети при очень малых уклонах местности, большой извилистостью русел, не способных быстро пропускать паводковые воды, а также с плоскими водоразделами и большим количеством воды, поступающей в Полесье с Волынской и Литовско-Белорусской возвышенностей. В результате периодических разливов рек ежегодно на огромных низинных

пространствах Полесья длительно задерживается вода, вызывая интенсивное развитие болотообразования.

Аналогичное явление имеет место в Западносибирской низменности и во многих других низменностях и поймах рек, которые подвергаются периодическим и длительным затоплениям полыми водами.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ БОЛОТНОГО ПРОЦЕССА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Возникшее в силу тех или иных причин избыточное увлажнение почвы определяет собой и весь дальнейший ход почвообразовательного процесса. В условиях переувлажнения быстро развивается влаголюбивая болотная растительность или растительность, способная мириться с обилием влаги. Очень часто в начале заболачивания появляются травянистые растения: ветвистый мох, щучка, сабельник, различные осоки, ситник, затем мох кукушкин лен, и, наконец, сфагнум. В других случаях начало заболачивания сопровождается появлением зеленых мхов, на фоне которых получают развитие кукушкин лен, а затем различные виды сфагнума.

Нередки случаи, когда на сильно выщелоченных подзолистых почвах сфагновый мох поселяется и непосредственно, без кукушкина льна.

Обилие влаги в почве, затрудняя доступ кислорода воздуха, сказывается далее на темпах и характере разложения органических веществ. Органические остатки в анаэробных условиях разрушаются весьма медленно, и, что очень важно отметить, это разрушение не идет до конца, т. е. до стадии полной минерализации. Образующиеся же при этом различного рода органические кислоты еще более замедляют процесс минерализации, парализуя жизнедеятельность основных разрушителей органического вещества — аэробных бактерий. В результате описываемые почвы все более и более обогащаются полуразложившейся массой в виде торфа, которая и составляет неотъемлемую часть всякой болотной почвы.

Образование торфа из отмершей болотной растительности является сложным биохимическим процессом распада и превращения под влиянием разнообразных групп почвенной микрофлоры.

По данным Е. Н. Мишустина, Н. А. Красильникова, А. Т. Тимофеевой, Н. И. Никитиной и других, превращение органических веществ в болотных почвах протекает с последовательной сменой одних групп микроорганизмов другими. Вначале на отмирающих растительных остатках активно развиваются плесневые грибы и неспороносные микроорганизмы; в дальнейшем, по мере разрушения органических веществ, значительное развитие по-

лучают спорообразующие бактерии, затем целлюлозные бактерии, актиномицеты и др. Наибольшее количество микроорганизмов всегда сосредоточено в верхнем слое торфа глубиной до 20—30 см, где обеспечена относительно свободная аэрация.

В слоях, расположенных глубже, где доступ воздуха сильно затруднен, количество микроорганизмов резко уменьшается и разложение растительного материала там сводится на нет. Протекающие в нижних слоях торфа анаэробные процессы частично изменяют его химический состав, однако существенного повышения степени разложения они не вызывают.

В результате жизнедеятельности огромной массы аэробных и анаэробных микроорганизмов остатки болотной растительности претерпевают ряд сложных изменений и постепенно превращаются в торф, представляющий собой сложную смесь продуктов разложения растительных тканей в виде частиц или агрегатов перегноя и минеральных веществ с не вполне разложившимися растительными остатками и телами отмерших микроорганизмов.

Относительное содержание в общей массе торфа продуктов распада растительных тканей, утративших клеточное строение, называется степенью разложения торфа.

В зависимости от природных условий и фазы болотного процесса мощность торфянистого горизонта может варьировать от нескольких сантиметров до нескольких метров.

Таким образом, образование и накопление торфянистой массы на поверхности почвы есть первая существенная сторона болотообразовательного процесса.

В то же время по мере увеличения мощности торфяного слоя в нем неизбежно начинает уменьшаться количество зольных элементов пищи, т. е. проявляется второй существенный признак болотообразовательного процесса. Это уменьшение количества зольных элементов в нарастающей массе является следствием того, что в каждом слое торфа элементы пищи остаются в связанном виде; следовательно, количество последней в доступной минеральной форме все время уменьшается.

Следует отметить, что нарастание массы в болотах идет весьма медленно. Как установлено наблюдениями А. Д. Дубаха, оно обычно не превышает 1,5—2 м за тысячу лет. Тем не менее на протяжении больших периодов времени нарастание торфяной массы в болотных почвах может достигать значительной толщи (10—12 м и более).

Наряду с накоплением торфа весьма характерным для болотных почв является наличие в них восстановительных процессов, приводящих к образованию различных закисных и неокисленных соединений. Здесь в условиях анаэробного разложения органических остатков образуется значительное количество

метана, сероводорода. Анаэробные процессы обычно сопровождается выделение свободного азота, водорода и фосфористого водорода — продукта восстановления фосфорной кислоты.

Среди других продуктов восстановительных реакций в болотных почвах следует отметить закисные соединения железа. Последние, скопясь в значительном количестве, придают минеральной части характерную для оглеенных горизонтов почвы сизоватую или голубоватую окраску.

ЭВОЛЮЦИЯ БОЛОТНЫХ ПОЧВ В ПРИРОДЕ

Возникшие в тех или иных природных условиях болотные образования не остаются постоянными во времени, а непрерывно изменяются, эволюционируют, переходя из одной стадии развития в другую.

Последовательная смена одной стадии болотообразования другой хорошо видна на примере развития болотных почв, возникших под влиянием почвенно-грунтовых вод. Такого рода заболачивание можно наблюдать в понижениях, у подножий склонов, в низинах, в поймах рек и даже на склонах, где на поверхность земли выходят грунтовые воды в виде ключей или родников.

Так как почвенно-грунтовые воды всегда содержат некоторое количество растворенных солей, то в этих условиях сначала поселяется и развивается разнообразная болотная растительность автотрофного типа питания, сравнительно требовательная к минеральным питательным веществам. Чаще всего здесь встречаются различного рода злаковые травы, например мятлик болотный, душистый колосок, полевница белая и обыкновенная, трясунка, разнотравье. В дальнейшем здесь поселяются осоки, гипновые мхи, а из древесных пород — ива, черная ольха, береза, рябина и др.

Почвы в этой стадии развития болотообразовательного процесса носят название болотных почв низинного типа, а земельное угодье — низинного торфяника.

С течением времени, когда слой низинного торфа достигнет значительной мощности и грунтовая вода вследствие этого уже не может оказывать непосредственного влияния на питание растений, в низинном торфянике создаются условия, неблагоприятные для развития злаковых ассоциаций.

Значительное накопление органической массы в виде низинного торфа производит настолько глубокие изменения самой среды, что болотообразовательный процесс принимает новое направление. Низинный торфяник вступает в новую стадию своего развития, сопровождающуюся вытеснением старых и формированием новых, более соответствующих изменившимся условиям местообитания растительных ценозов, растений промежуточного,

мезотрофного, типа, среди которых могут уживаться и некоторые растения олиготрофного типа.

В это время широкое распространение получают сфагновый мох, пушица, шейхерия и другие нетребовательные растения, которые могут развиваться на самом бедном субстрате. Вместо листовенных древесных пород постепенно появляется карликовая болотная сосна. В то же время здесь часто встречаются, главным образом на кочках, некоторые характерные болотные полукустарники — багульник, подбел, вереск и др. Почвы в этой стадии развития болотообразовательного процесса называются болотными почвами переходного типа, а земельное угодье — переходным торфяником.

Поверхность переходного торфяника обычно плоская, приток грунтовых вод в нем ослаблен, зольное питание недостаточное. Питание болотной растительности происходит в основном за счет атмосферных осадков.

По мере дальнейшего нарастания сфагнового торфа многие из вышеуказанных растений постепенно отмирают, преобладание получает олиготрофная растительность, среди которой главное место занимает сфагновый мох. Почвы в этой стадии развития болотообразовательного процесса называются болотными почвами верхового типа, а земельное угодье — верховым торфяником.

Обычными спутниками сфагнового мха на верховых торфяниках являются пушица, клюква, а из кустарников — багульник, кассандра, голубика, подбел и др. Изредка здесь могут встречаться также чахлая береза, сосна, ель, но в дальнейшем эти растения бесследно исчезают и сфагновый торфяник приобретает однообразную выпуклую поверхность, совершенно лишенную каких бы то ни было древесных пород.

Выпуклость поверхности является весьма характерной для верховых торфяников. На наиболее развитых торфяниках превышение середины над краями может достигать 5—8 м. К этому времени доступ грунтовой воды к поверхности торфяника полностью прекращается, и питание болотной растительности происходит исключительно за счет атмосферных осадков.

Таковы в главнейших чертах те характерные изменения, которыми сопровождается развитие болотных почв в природе. В действительности же развитие болотообразовательного процесса может значительно отличаться от этой схемы.

Несколько иначе происходит развитие торфяника, например, на месте неглубокого озера, пруда, речной старицы, заводи и вообще какого-либо водоема. В данном случае болотообразовательный процесс начинается обычно с зарастания и заторфывания водоема при участии таких растений, как тростник, камыш, кувшинка, водяная лилия, рдест, водоросли и другие представители подводной и мелководной флоры.

Дно таких водоемов в первой фазе их существования обычно покрывается минеральным илом, приносимым реками, ручьями и талыми снеговыми водами, а также при размывании берегов волнами. Постепенно на дне водоема образуются слои минерального ила. В условиях, когда в прилегающей местности почвообразующие и подстилающие породы богаты известью, на дне водоема наблюдается отложение углекислого кальция, дающего озерный мергель.

На известной стадии существования водоем начинает заселяться растительными и животными организмами, составляющими планктон, т. е. свободно взвешенные в воде водоросли и ракообразные моллюски. Отмирающая масса планктона опускается на дно, где, смешиваясь с минеральными наносами, образует сапропель, или гниющий ил. С течением времени в результате анаэробного разложения сапропель переходит в сапропелит, представляющий собой более твердую, желатиноподобную, клейкую массу, состоящую из минерального ила, органических продуктов планктона и других отложений. В глубоких впадинах величина слоя озерных отложений бывает иногда значительной и достигает 4—6 м и более. Чем интенсивнее протекает жизнь планктона, тем быстрее мелеет водоем и тем более он становится удобным для жизни высших форм водных растений.

Когда слой сапропеля достигнет достаточной толщины, на нем, начиная от берегов озера или заводи, поселяются земноводные растения: хвощи, камыши, тростник, или другие, которые постепенно ежегодно отмирающими органами заполняют бассейн. При этом состав растительности определяется глубиной водной толщи и закономерно распределяется в такой последовательности, начиная от берега к середине водоема: осоки, камыши, водяные лилии, широколиственные рдесты, а также зеленые и сине-зеленые водоросли.

Наряду с этим в зарастающем водоеме очень часто поселяются растения, образующие плавающий на воде ковер. Наиболее характерными растениями этого рода являются трифоль, сабельник, белокрыльник, телорез, плавающий рдест, ряска, некоторые осоки и мхи. Постепенно разрастаясь, эти растения образуют мощную сплаvinу, из нижней части которой отрываются слои и опускаются на дно.

Остатки этой растительности, разлагаясь в анаэробных условиях, с течением времени образуют мощные слои торфа. В таких случаях заторфование водоема идет как сверху, так и снизу. С момента же заполнения органической массой всего водоема здесь поселяется разнообразная злаково-осоковая растительность, и в дальнейшем болотообразовательный процесс проходит последовательно стадии низинного, переходного и верхового торфяника.

Очень часто, особенно в северных районах дерново-подзолистой зоны, болотные почвы возникают и развиваются сразу же по типу верховых болотных почв, минуя стадию болотных почв низинного и переходного типа.

Такого рода заболачивание возможно на водоразделах и вообще на сильно оподзоленных кислых почвах, где в результате интенсивного развития подзолообразовательного процесса и резкого ухудшения питательного режима создались весьма неблагоприятные условия для многих травянистых и древесных растений, но в то же время вполне пригодные для успешного развития кукушкина льна, сфагновых мхов и других нетребовательных растений.

Существенной особенностью мха кукушкина льна является способность задерживать и накапливать попадающую на него атмосферную влагу благодаря наличию на его листочках водозапасающих клеток. Влагоемкость кукушкина льна очень велика и достигает 670%. Кроме того, этот мох обладает значительной гигроскопичностью.

Поэтому поселение в лесу кукушкина льна сопровождается накоплением влаги на поверхности почвы, а следовательно, и созданием благоприятных условий для развития сфагнума. Сфагновый мох обладает еще большей водоудерживающей способностью; его влагоемкость достигает 1600—3000%. Появляясь вначале отдельными куртинками по мелким западинам, сфагнум постепенно разрастается и сливается в сплошной ковер, обеспечивая дальнейшее прогрессивное развитие болотообразовательного процесса.

Значительные площади сфагновых торфяников в лесо-луговой зоне образовались именно в результате сильного развития подзолообразовательного процесса и перехода его в болотообразовательный процесс.

Таким образом, в развитии болотных почв можно различать 2 основных типа болотообразования: заболачивание суши и заторфовывание водоемов. Наиболее распространенным типом болотообразования в природе является заболачивание суши.

ГЛАВНЕЙШИЕ ТИПЫ И ВИДЫ БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Все многообразие встречающихся в природе болотных почв может быть сведено к 3 основным типам: низинному, переходному и верховому.

Болотные почвы низинного типа встречаются в различных частях нечерноземной зоны, но наибольшее распространение они имеют главным образом в южных районах лесо-луговой зоны. Так, в Украинской ССР площадь почв низинных болот достигает 96% площади всех болот республики, в Белорусской ССР — 81, в Орловской области — 88, в Курской — 98% и т. д.

Почвы низинных торфяников образуются в условиях обводнения сильноминерализованными, или жесткими, водами: грунтовыми, поверхностно-сточными, речными или озерными.

Среди почв низинных болот наибольшее распространение в природе имеют следующие виды: почвы луговых, тростниковых, ольшаниковых, осоково-кочкарных, осоковых, гипново-осоковых и лесных болот.

Почвы луговых болот залегают обычно в поймах рек и приозерных понижениях. Растительный покров характеризуется преобладанием различного рода злаковых трав со значительной примесью крупных осок. На фоне злаково-осоковых трав массовое развитие имеют кусты ивняка. Торф этих болотных почв отличается слабокислой ($pH=5-6$) или нейтральной реакцией, высокой зольностью и большим содержанием элементов зольной и азотной пищи для растений, следовательно, высоким потенциальным плодородием.

Почвы тростниковых болот имеют широкое развитие в основном в понижениях пойм Полесья, Мещеры, Западной Сибири и др. Их растительный покров состоит главным образом из чистых тростниковых зарослей или тростниково-осоковых растительных группировок. Торфяная масса болотных почв отличается значительной зольностью, высокой степенью разложения и имеет реакцию от слабокислой до нейтральной.

Почвы ольшаниковых болот наиболее часто встречаются в поймах рек. В их растительном покрове обычно преобладает черная ольха, под пологом которой значительное развитие имеет травянистый ярус из тростника, ланцетного вейника, крупных осок, таволги, крапивы и др. Торф этих болотных почв обладает высокой зольностью, слабокислой или нейтральной реакцией и большим содержанием элементов зольной и азотной пищи.

Почвы осоково-кочкарных болот наиболее часто встречаются в долинах рек и низинах, где имеет место выход почвенно-грунтовых вод. Они характеризуются хорошим развитием дернистой, стройной и пузырчатой осок, нередко образующих высокие и очень крепкие кочки. На фоне осоковой растительности часто встречаются тростник, трилистная вахта, папоротники и из древесных — пушистая береза и различные ивы. Зольность торфа осоково-кочкарных болот в большинстве случаев варьирует в пределах 10—15%, реакция — слабокислая или нейтральная.

Нередко в толще осоково-кочкарных болотных почв встречаются прослойки луговой извести и пятна вивианита, которые с успехом могут быть использованы в качестве известковых и местных фосфатных удобрений.

Почвы осоковых болот в отличие от выше рассмотренных болотных почв встречаются преимущественно в районах песчаных отложений по пониженным участкам, где скопляются и застаиваются поверхностные воды, притекающие с повышенных элементов рельефа. Основной растительный фон здесь складывается из различных осок с примесью узколистной пушицы, иловатого хвоща, прямого вейника, вахты и др. Древесно-кустарниковая растительность обычно отсутствует; местами здесь могут встречаться ива, береза, ольха.

Торф осоковых болот в большинстве случаев характеризуется слабой или средней степенью разложения, слабокислой реакцией и сравнительно небольшой зольностью.

Почвы гипново-осоковых болот значительно распространены в долинах рек, главным образом у коренных их берегов, где имеются условия наибольшего увлажнения и заболачивания выходящими на поверхность грунтовыми водами. Нередко встречаются такие почвы в понижениях на водоразделах и у подножий склонов, где также выходят грунтовые воды.

Растительность гипново-осоковых болот характеризуется преобладанием корневишных низкорослых осок с сильным развитием различных гипновых мхов, на фоне которых часто встречаются пушица узколистная, хвощи, сабельник, вахта и др. Гипново-осоковые болота обычно безлесны, иногда покрыты низкой порослью из ивы, ольхи и березы. Зольность торфа этих болот сравнительно небольшая и варьирует чаще всего в пределах 6—10%, реакция слабокислая.

Почвы лесных болот имеют широкое распространение как в европейской части СССР, так и в Сибири. Развитие их приурочено главным образом к местам обильного выхода грунтовых вод или же подверженным влиянию непродолжительных разливов аллювиальных вод, создающих благоприятные условия для поселения древесной растительности — ольхи, березы и сосны.

В зависимости от преобладания древесной растительности эти почвы подразделяются на почвы ольхово-травяных, березово-осоковых, сосново-березовых и березово-сосновых болот.

Торфяная масса лесных болот характеризуется небольшой зольностью, обычно не превышающей 6—10%, хорошей степенью разложения и малой кислотностью. Несмотря на сравнительно небольшую зольность, лесные болота пригодны для освоения и сельскохозяйственного использования.

К болотным почвам переходного типа относятся почвы, в образовании которых наряду с растительностью, свойственной низинным торфяникам, значительное участие принимает сфагновый мох. Вследствие увеличения мощности торфяного слоя и постепенного поднятия его поверхности воздействие грун-

товых вод все более и более уменьшается и преобладающее влияние на развитие переходных болотных почв оказывает атмосферная влага. Среди большого разнообразия переходных болот наиболее часто встречаются осоково-сфагновые и гипново-сфагновые.

Осоково-сфагновая стадия болотообразовательного процесса характеризуется наличием в растительном покрове остатков ценозов низинного болота в виде осок и сфагнового покрова, состоящего из различных видов сфагнума, а иногда также древесного яруса из березы, ивы и ольхи.

Что же касается гипново-сфагнового болотообразовательного процесса, то характерными растительными ассоциациями здесь обычно являются различные гипновые мхи, сфагнумы, пушица, изредка осоки и другие растительные сочетания с ивой, ольхой и березой.

Торф переходных болот отличается меньшей зольностью, повышенной кислотностью и сравнительно небольшим содержанием элементов зольной и азотной пищи.

Значительным разнообразием представлены в природе болотные почвы верховых болот. Основным торфообразователем здесь является сфагновый мох, на фоне которого встречаются сосна, багульник, кассандра, голубика, морошка, клюква, влагищная пушица и др.

Образование этих почв идет исключительно под влиянием атмосферных осадков и поверхностно-сточных слабоминерализованных, или мягких, вод. Наиболее распространенными представителями их являются почвы сфагновых болот с осоккой, пушицево-сфагновых болот, багульниково-сфагновых болот, открытых сфагновых болот и др. Они широко встречаются в основном в северной части дерново-подзолистей зоны, преимущественно вне речных долин на водораздельных пространствах. Развитие их идет под влиянием только атмосферных вод.

Все верховые болота характеризуются слабой разложённостью торфа, малой зольностью (2—5% золы) и высокой кислотностью ($pH=3-4$).

СТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Болотные почвы существенно отличаются от минеральных как своим строением, так и физическими и химическими свойствами.

Всякая болотная почва в любой стадии развития состоит в основном из двух горизонтов: торфянистого слоя (Т) и залегающего непосредственно под ним минерального, обычно оглеенного (G).

В зависимости от мощности торфяного слоя все болотные почвы подразделяются следующим образом: 1) торфянисто-глеевые почвы с мощностью торфяного слоя до 30 см; 2) торфяно-глеевые с торфяным слоем 30—100 см; 3) торфяно-болотные маломощные с торфяным слоем 1—2 м; 4) торфяно-болотные среднемощные с торфяным слоем 2—3 м; 5) торфяно-болотные мощные с торфяным слоем более 3 м.

Профиль торфянистого слоя обычно неоднороден. Нижняя часть его имеет черную окраску и представлена чаще всего хорошо разложившейся и уплотненной массой. По мере перехода кверху черная окраска торфа постепенно сменяется бурой и коричневатой, степень разложения торфяной массы заметно уменьшается, а рыхлость резко возрастает. Наконец, самый поверхностный торфообразующий, или торфогенный слой, представляет рыхлую, мало разложившуюся массу из остатков растительности самой различной окраски и мощности.

В качестве иллюстрации приведем следующее описание профиля торфяно-болотной среднемощной почвы на целинном низинном торфянике в совхозе «Ведричь» (Гомельская область).

В растительном покрове преобладают осоки, главным образом осока стройная, осока пузырчатая, осока бутылчатая и др.; на фоне осоковой растительности нередко встречается тростник, калужница, хвощ, местами вейник, конский щавель, бобовник, незабудка и др. Уровень почвенно-грунтовой воды высок и колеблется от 0 до 15 см.

Увлажнение торфяника напорно-грунтовое. На торфянике изредка встречаются незначительные понижения, покрытые водой буро-ржавого цвета, что явно свидетельствует о наличии в почве закисных форм железа.

Горизонт T_1 —0—6 см. Слабо разложившийся торфяной слой, густо пронизанный живыми и отмершими корнями болотных растений. Поверхность неровная, местами встречаются небольшие кочки и понижения.

Горизонт T_2 —6—25 см. Средне разложившийся торфяной слой буровато-черной окраски, заметно уплотненный. В его массе явно обнаруживаются полуразложившиеся корни и стебли осок, хвоща, тростника и других растений.

Горизонт T_3 —26—68 см. Уплотненный торфяной слой буровато-черной окраски; хорошо разложившийся торф, изобилует полуразложившимися остатками тростника, осок и хвоща.

Горизонт T_4 —68—285 см. Хорошо разложившийся тростниково-осоковый торф коричневатой-черной окраски. Его масса густо пронизана полуразложившимися остатками осок, тростника, хвоща; изредка встречаются корни березы, ольхи, сосны.

Мощность торфяного слоя 285 см. Ниже торфяного слоя глеевый супесчаный горизонт (G).

Несколько иное строение имеют болотные почвы верхового типа. Торфяной слой у них в большинстве случаев подразделяется на 2 слоя: верхний — мощностью от 50 до 150 см и более состоит из слабо разложившегося, почти чистого сфагнового торфа; нижний, имеющий различную мощность, сложен средние и хорошо разложившейся торфяной массой. При этом в одних случаях нижняя толща торфяника состоит из сфагнового торфа, в других — из осоково-сфагнового, в третьих — из низинного торфа самого различного состава.

Это обстоятельство указывает на историю развития торфяника. Если нижняя толща состоит из низинного торфа, значит верховой торфяник эволюционировал из низинного болота; наличие же в нижнем слое сфагнового торфа свидетельствует о том, что развитие данного торфяника началось сразу со стадии верхового, минуя стадию низинного торфяника.

В природе нередки случаи, когда верхний и нижний пласты торфа разделены относительно маломощным слоем (25—70 см) сильно разложившегося торфа с остатками крупных древесных пней. Это так называемый пограничный горизонт, возникновение которого связано с более сухим периодом, имевшим место несколько тысячелетий тому назад. В этот период происходило пересыхание торфяника, усиливались процессы разложения и на торфянике распространилась крупная древесная растительность. Затем климат изменился, болотообразование возобновилось и в последующих напластованиях торфа были захоронены остатки древесной растительности, которые и обнаруживаются теперь в пограничном торфяном слое.

Профиль болотной почвы переходного типа занимает промежуточное положение между болотными почвами низинного и верхового типа. Верхний слой болотной почвы переходного типа состоит из слабо разложившейся торфяной массы, состоящей из сфагноума, осок, вахты, сабельника, пушицы, шейхцерии, гипнума и другой растительности, свойственной этой категории торфяников; нижняя толща всегда соответствует по своему составу и свойствам залежам низинного торфяника.

Химический состав торфа весьма сложен. В него входят все те элементы, которые входили в состав растительности, послужившей материалом для образования торфяной массы. Но так как в образовании торфа в различных стадиях болотообразовательного процесса принимали участие различные растительные группировки, то, естественно, что и торф, залегающий в различных торфяниках, также будет иметь разный химический состав (табл. 33).

Из табл. 33 видна существенная разница в химическом составе торфа различного происхождения. Различие здесь обнаруживается прежде всего в содержании золы. Количество золы

в низинном торфе в несколько раз превышает зольность торфа сфагновых торфяников.

Таблица 33

Химический состав и физические свойства торфа

(по И. С. Лупиновичу и Т. Ф. Голубу)

Показатели	Типы и виды торфяников				
	низинные			переход- ные	верховые
	пойменные	ольшани- ковые	травяные		
Степень разложения (процент)	30—60	40—60	25—40	20—45	5—50
Зольность (процент)	8—60	15—25	7—20	5—10	2—5
Азот общий (процент)	2,8—3,8	3,0 —3,7	2,0 —4,0	1,7 —4,2	1,0 —2,0
P ₂ O ₅ (процент)	0,2—0,7	0,15—0,4	0,15—0,45	0,15—0,35	0,1 —0,25
K ₂ O (процент)	0,1—0,3	0,1 —0,2	0,02—0,3	0,05—0,2	0,04—0,08
CaO (процент)	3,5—4,0	4,0 —4,5	2,0 —3,9	0,6 —2,3	0,30—0,48
pH водной вытяжки	—	5,9 —6,2	5,5 —6,0	3,5 —5,8	3,2 —4,2
Объемный вес	0,17—0,26	0,14—0,23	0,11—0,17	0,11—0,16	0,04—0,08
Влагоемкость (про- цент)	360—420	460—550	640—870	550—950	600—1200

Если в низинном торфе зольность нередко достигает 25—30% и более, то зольность верхового торфа обычно не превышает 5—6%. Помимо золы, значительная разница имеется и в отношении ряда других элементов: низинные торфяники несравненно богаче верховых известью, азотом, фосфором, калием.

В отношении азота следует заметить, что абсолютное его количество вообще велико как в низинном, так и верховом торфе. Количество же калия и фосфора, наоборот, как в том, так и другом торфе сравнительно ограничено. Особенно бедны торфяные почвы калием, содержание которого в торфах обычно колеблется в пределах сотых долей процента.

Что же касается химического состава органической массы переходных торфяников, то по зольности, а также по содержанию в них азота, фосфора и калия они занимают промежуточное положение, приближаясь в одном случае к верховым, а в другом — к низинным торфяникам.

В связи с различием в химическом составе торф низинных, переходных и верховых торфяников имеет и различную реакцию. Как установлено многими исследованиями, для торфа верховых торфяников характерной является резко выраженная кислотность. Показатель кислотности (pH) здесь обычно бывает равен 3—4. Наоборот, торф низинных торфяников отличается слабой кислотностью, а иногда и нейтральной реакцией. Реакция

почвенного раствора низинных торфяников обычно выражается $pH=5,5-6,0$ и реже 7.

Что же касается переходных торфяников, то кислотность (pH) в них колеблется чаще всего в пределах 4—5,5.

Значительно различаются торфы и по физическим свойствам. Так, например, объемный вес низинного торфа в несколько раз превышает объемный вес верхового торфа. В то же время влагоемкость верхового торфа значительно выше влагоемкости низинного торфа. По мере увеличения степени разложения торфа влагоемкость заметно понижается.

К сказанному следует добавить, что особенно хорошо разложившийся торф обладает слабой водопроницаемостью. Вместе с тем, торф любого происхождения отличается весьма малой теплопроводностью, из-за чего торфяные почвы замерзают зимой на небольшую глубину, но оттаивают весной очень медленно и с большим запозданием.

Наконец, следует отметить, что высушенный торф обладает способностью адсорбировать газы, в частности аммиак. Благодаря этой особенности торф широко используют в колхозах и совхозах в качестве подстилки на скотных дворах. Наиболее ценным материалом для этих целей является мало разложившийся сфагновый торф.

Таким образом, встречающиеся в природе болотные почвы отличаются большим разнообразием как по генезису и характеру растительности, так и по химическому составу.

Наиболее ценными в сельскохозяйственном отношении являются низинные торфяники; они заслуживают большого внимания прежде всего как объект для освоения и превращения их в культурные высокопродуктивные угодья.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛОТНЫХ ПОЧВ И ТОРФА

Огромные, практически неисчерпаемые запасы органической массы, сосредоточенной в торфе болотных почв, представляют большую ценность для сельскохозяйственного производства.

В условиях лесо-луговой и тундровой зон, почвы которых крайне бедны перегноем, торфяные болота заслуживают особого внимания прежде всего как широчайший источник органической массы для удобрительных целей.

При рациональной постановке дела все виды имеющегося у нас торфа могут быть эффективно использованы в качестве удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Способы использования торфа в качестве удобрения очень разнообразны. Наибольшую ценность торф представляет при использовании его в виде компостов, причем лучшим материа-

лом для них является низинный торф; торф можно использовать и в качестве подстилочного материала для получения торфяного навоза.

Для приготовления компоста может быть использован и верховой торф. При компостировании мохового торфа обязательно применяется известь или печная зола с целью уничтожения кислотности. Усиление же биологических процессов достигается в компостных кучах добавлением к ним навоза или навозной



Рис. 9. Торфяно-болотные почвы до освоения.

жижи, содержащих в себе огромное количество аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий. По удобрительным свойствам хорошо приготовленный торфяной компост не уступает обыкновенному солоmistому навозу.

Кроме того, болотные массивы после осушения могут быть с успехом превращены непосредственно в пашни, сенокосы и ластбища.

Как показал опыт многих передовых колхозов и совхозов, созданные таким способом новые культурные угодья отличаются высокой и устойчивой производительностью. Торфяные почвы осушенных болот дают высокие урожаи зерновых и овощных культур.

Наиболее пригодны для освоения под пашню низинные болота. Торф низинных болот отличается слабокислой реакцией,

высоким содержанием зольных элементов и азота, и задача заключается в том, чтобы превратить этот запас питательных веществ из неусвояемой формы в усвояемую.

Мобилизация питательных элементов, заключенных в форме органического вещества болот, достигается главным образом путем мелиорации.

В задачу мелиорации входит не только отвод избытка воды с того или иного болотного массива, но главным образом двусто-



Рис. 10. Конопля на торфяно-болотных почвах после их освоения (Минская область).

ройшее регулирование водного режима торфяных почв путем строительства специальных плотин, водохранилищ, прудов и водоемов, обеспечивающих бесперебойное снабжение культурных растений водой в период вегетации.

При проектировании осушительной сети большое значение имеет норма осушения, или определенная глубина уровня почвенно-грунтовых вод. По исследованиям С. Г. Скоропанова, нормально осушенными следует считать почвы с уровнем грунтовых вод не ближе 75—80 см весной и 110—120 см в течение вегетации.

При осушении болот коренным образом изменяется направление почвообразовательного процесса: создается аэрация, уси-

ливаются минерализация органических веществ, происходит окисление различного рода закисных соединений, и бесплодная болотная масса постепенно превращается в культурную торфяную почву, вполне пригодную для возделывания на ней всевозможных сельскохозяйственных растений.

Однако торфяная масса большинства болот бедна калием и фосфором. Поэтому при культуре болот необходимым мероприятием является также систематическое удобрение калийными и фосфорно-кислыми удобрениями. В некоторых случаях, особенно в начале окультуривания, торфяные почвы очень сильно отзываются на азотные удобрения в форме минеральных солей. В таких случаях необходимо вносить в почву полное удобрение, т. е. азотные, фосфорные и калийные удобрения (NPK).

Вместе с тем торфяные почвы в большинстве случаев отличаются ничтожно малым содержанием подвижных форм микроэлементов — меди, кобальта, молибдена и бора. Поэтому очень важно на торфяных почвах применять микроудобрения.

Из микроэлементов на осваиваемых болотных почвах положительное действие оказывает прежде всего медь, обычно вносимая в почву в виде колчеданных или пиритных огарков в количестве 5 ц/га.

Медьсодержащее удобрение — колчеданный огарок — при однократном его внесении в почву оказывает положительное действие на урожай и качество получаемой продукции в течение 3—4 лет, поэтому он вносится в ротацию севооборота 2—3 раза под культуры, наиболее положительно реагирующие на медь (зерновые и технические).

Наряду с медью большое значение при культуре торфяных почв приобретают кобальтовые и молибденовые микроудобрения.

По данным О. К. Кедрова-Зихмана, кобальтовые и молибденовые удобрения намного повышают урожай сельскохозяйственных растений при возделывании их на торфяных почвах низинного типа. При внесении их в торфяную почву в дозах, дающих повышение урожая первой культуры, они проявляют значительное последствие и на урожайность второй культуры.

Положительное действие медных, кобальтовых и молибденовых удобрений при выращивании сельскохозяйственных растений на торфяных почвах проявляется не только при внесении этих микроудобрений в почву, но и при использовании их во внекорневой подкормке и намачивании семян слабыми растворами соответствующих микроэлементов. Значительный эффект дают также борные микроудобрения, которые при культуре болотных почв должны получать самое широкое применение.

ГЛАВА XV

ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Лесостепная зона расположена между лесо-луговой и степной зонами и характеризуется чередованием лесных и степных участков. Общая площадь ее составляет примерно 1,2 млн. кв. км.

Лесостепная зона простирается в виде узкой полосы с юго-запада на северо-восток, начиная от советско-румынской границы до предгорий Алтая, Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау. Далее к востоку, за Байкалом, лесостепь появляется в виде прерывистой полосы и отдельными пятнами, приуроченными преимущественно к межгорным котловинам.

Северная граница лесостепи идет по южной окраине Полесья через Луцк, Житомир и Киев, от Киева она поднимается на север к Калуге и далее на восток следует по долине Оки и Волги до Казани; от Казани граница проходит по правобережью р. Камы до устья р. Белой; в Приуралье, по правобережью р. Белой, восточнее Уфы и Стерлитамака, круто опускается на юг, и, обогнув Урал, резко поворачивает на север к Ирбиту. От Ирбита, при движении на восток через Западную Сибирь, лесостепь несколько отступает к югу (Тюмень — севернее Ишима и южнее Тары — Колывань — Томск).

Южная граница лесостепи проходит к югу от Кодры в Молдавии, по южной окраине Вольно-Подольской возвышенности (Ананьев — верховья р. Ингул), по югу Днепровской низменности (Кременчуг — Полтава) и Среднерусской возвышенности (Харьков — Валуйки), по Окско-Донской низменности севернее Калачской возвышенности (Борисоглебск), по Волге от Саратова до Куйбышева, от Куйбышева по долине р. Самары до Бузулукского бора, затем севернее долины р. Ток к верховьям р. Салмыш и нижнему течению р. Юшатырь; отсюда она спускается по Уралу на юг до Сакмаро-Уральского водораздела.

В Зауралье южная граница идет примерно по 54° с. ш. на восток до Салаирского кряжа (Троицк — южнее Петропавлов-

ска — Чарлак на Иртыше — Барнаул). Наиболее обширные массивы лесостепи встречаются в южной Сибири.

К востоку от Алтая находятся отдельные острова лесостепи, наиболее крупными из которых являются Кузнецкий, Минусинский, Ачинский, Канский, Куйтунский, Иркутский, Селенгинский, Нерчинский.

На Дальнем Востоке, по данным Ю. А. Ливеровского, лесостепной ландшафт имеют низменные равнины Приморья и Приамурья.

Климат. Климат лесостепи заметно отличается от климата лесо-луговой зоны несколько меньшим количеством годовых осадков, неустойчивостью, континентальностью, наличием летних суховеев, особенно в восточной части, повышенным испарением и сухостью теплого периода.

В связи с большой протяженностью лесостепи климатические условия отличаются значительным многообразием. Среднее годовое количество осадков в западной части зоны составляет 560 мм, к востоку оно снижается до 360—320 мм. Максимум осадков выпадает в теплый период года (июнь — июль), минимум — в конце зимы (февраль — март). Средняя годовая температура зоны лежит в пределах 7° на западе и до —4,5° на востоке. Продолжительность безморозного периода составляет на западе около 240, на востоке — 180 дней.

Сочетание тепла и влаги в лесостепной зоне таково, что сумма годовых осадков равна или несколько меньше возможной величины испарения с открытых водоемов, т. е. баланс влаги (в системе осадки — испарение) оказывается в среднем за год нейтральным, отклоняясь на остепненных низменностях в сторону отрицательного.

Годовые и среднемесячные величины осадков и температуры воздуха в лесостепи подвержены резким колебаниям во времени. В связи с этим резкие колебания испытывает и баланс влаги, степень увлажнения зоны.

Результатом изменчивости климата являются засухи, поражающие изредка тот или иной район лесостепи. В целом же климатические условия лесостепи таковы, что они обеспечивают возможность нормального развития как для лесной, так и для степной растительности.

Почвообразующие породы. Наиболее распространенными почвообразующими породами в европейской части лесостепи преимущественно являются лёссы и лёссовидные суглинки. В приволжских и заволжских районах значительное место занимают покровные суглинки и глины аллювиально-делювиального происхождения. Песчаные отложения не имеют широкого распространения; они встречаются главным образом в местах древних террас, в районах водных артерий. Все эти отложения, за некоторым исключением, отличаются наличием карбонатов,

играющих существенную роль в формировании лесостепных почв.

Преобладающими почвообразующими породами обширной Западносибирской лесостепи, по данным К. П. Горшенина, являются лёссовидные глины и суглинки аллювиального и отчасти делювиального происхождения; те и другие в ряде случаев могут быть переотложенными. Все эти породы карбонатны, причем в южной части низменности, прилегающей к Казахской складчатой гряде, их карбонатность особенно велика.

На общем фоне господствующих лёссовидных глин и суглинков встречаются отдельными, более или менее крупными площадями породы и другого состава.

Так, в некоторых местах Челябинской и Омской областей на поверхность выходят верхнетретичные глины то в первичном залегании, то в виде переотложенных наносов. Эти глины обычно сильно карбонатны, но нередко содержат и более легко растворимые соли.

В Западносибирской низменности, кроме того, довольно часто встречаются в качестве материнских пород пески, супеси и легкие суглинки. Легкие породы в большинстве случаев приурочены к древним долинам рек.

Рельеф. Рельеф лесостепной зоны в различных частях ее имеет некоторые особенности. Европейская часть лесостепи представляет собой слабоволнистую равнину с хорошо развитой гидрографической сетью и сравнительно неглубоким уровнем грунтовых вод. Водоразделы в большинстве случаев имеют платообразную форму, и склоны их сильно изрезаны глубокими оврагами и балками. Здесь в большой степени сказалось развитие эрозионных процессов как следствие стихийной вырубki лесов, сплошной распахки склонов и бессистемной пастбы скота в предшествующие века.

Сильное развитие эрозионных процессов в лесостепной зоне, несомненно, тесно связано с легкой размываемостью преобладающих здесь лёссов и лёссовидных пород.

Лесостепь, расположенная в Западносибирской низменности, представляет собой огромную равнину с очень редкой речной системой и почти полным отсутствием следов эрозионных процессов. В некоторых местах эта равнина имеет вытянутые бугры или гряды высотой 5—20 м над окружающей равниной в сочетании с понижениями — «займищами», обычно заполненными пресной или соленой водой.

Для приречных районов характерен расчлененный рельеф. Здесь склоны к рекам изрезаны оврагами и балками, но обычно они имеют небольшую длину и на водоразделах не заходят. Лесостепные районы, расположенные к востоку от Западносибирской низменности, характеризуются сильно расчлененным холмисто-бугристым рельефом.

Существенной особенностью рельефа лесостепи является значительная испещренность территории степными западинами, или блюдцами, т. е. небольшими углублениями, имеющими в поперечнике 5—50 м и глубину до 0,5—1,5 м. Особенно широко развиты эти микрорельефные западины в западносибирской части лесостепи.

В большинстве случаев такие углубления зарастают березой и осиной, в других местах — травой и ивой. Нередко в центре блюдце может быть занято болотцем или озерком. Такие уча-



Рис. 11. Лес в западинах, долинах и луговые степи на водораздельных пространствах (Иркутско-Балаганская лесостепь).

стки получили название «осиновых кустов», «березовых колок», «мокрых кустов» и др.

Растительность. В отношении естественной растительности зона лесостепи, как уже отмечалось выше, характеризуется чередованием лесных участков со степными массивами.

Необходимо отметить, что в настоящее время степные участки здесь почти полностью распаханы, поэтому естественная растительность в этой полосе представлена главным образом широколиственными лесами.

В европейской части лесостепной зоны основными древесными породами являются дуб, ясень, граб, клен и липа, часто сопровождаемые лещиной, ивой, черемухой, рябиной, бересклетом и терном; в сибирской лесостепи преобладающее место занимают береза и реже сосна. Дуб в Сибири, кроме бассейна

Амура, отсутствует. В Восточной Сибири, начиная от Енисея, значительное место занимает лиственница.

Естественная травянистая растительность сохранилась в основном только в природных заповедниках и по опушкам лесов и представлена лугово-степными и луговыми видами. В состав травостоя чаще всего входят корневищные злаки и осоки: костер, полевица степная, мятлик узколистный, осока русская; значительно развито разнотравье.

Вместе с тем большое распространение травы имеют и в широколиственных лесах, особенно дубовых, отличающихся обычно хорошей освещенностью. В составе травянистого покрова дубрав наиболее характерными являются хохлатка, медуница, ветреница, осока, перловник, купена, сныть, душица и др. Наличие травянистого покрова в широколиственных лесах обуславливает развитие дернового процесса, с которым связано образование довольно мощного дерново-перегнойного горизонта.

Значительному развитию дернового процесса под древесными насаждениями весьма благоприятствует и то обстоятельство, что широколиственные породы отличаются большим потреблением элементов зольного питания, особенно кальция и калия. Поэтому ежегодно при каждом отпаде листьев, веток, плодов почвы обогащаются основаниями, а одновременно азотом, калием, кальцием, фосфором, серой и другими важнейшими элементами питания.

Таким образом, широколиственные леса в условиях лесостепи вызывают не оподзоливание почв, а, наоборот, аккумуляцию гумуса и образование значительной мощности дерново-перегнойного слоя.

В связи с этим в лесостепной зоне обычно не встречается сильноподзолистых почв: дерновый процесс здесь явно преобладает над подзолообразовательным.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЛЕСОСТЕПИ

Своеобразная природа лесостепной зоны издавна привлекала внимание многих ученых, и по вопросу происхождения лесостепи и ее почвенного покрова высказаны различные гипотезы.

Впервые лесостепь как самостоятельный зональный ландшафт стала выделяться в литературе в 80-х годах XIX в. Ботаник А. Н. Бекетов первоначально называл ее предстепьем, однако этот термин не получил признания. Термин «лесостепь» впервые был предложен П. Н. Крыловым в 1877 г. и с тех пор это наименование лесостепной зоны прочно утвердилось в литературе.

Взгляд на лесостепь как на древний зональный ландшафт был впервые обоснован В. В. Докучаевым. Он признавал более широкое распространение лесов в прошлом и по этому поводу

писал следующее: «Как и было замечено мною выше, леса, несомненно, шли в прежнее время южнее, чем теперь, но я полагаю, что они никогда не занимали всех степей и всегда образовывали на своей южной границе особую лесостепную область, какую мы и теперь видим в Азии и Северной Америке».

По В. В. Докучаеву, серые оподзоленные почвы и черноземы представляют собой 2 типа почв, образовавшихся под влиянием разной растительности: первый — под лесами, второй — под покровом степной травянистой растительности.

В более четкой и законченной форме взгляды на природу лесостепи были высказаны В. В. Докучаевым в 1892 г. в книге «Наши степи прежде и теперь». «Таким образом, — утверждает В. В. Докучаев, — островной характер лесов в Малороссийском предстепье, иначе говоря, своеобразный характер самой лесостепи есть явление вполне естественное, от века существующее, а не случайное и временное, почему и причины его могут и должны корениться только в постоянно действующих физических особенностях страны и ее геологическом прошлом, а не во влиянии степняка, будто бы сжигающего леса, и тем менее в современной вырубке их».

Эти идеи В. В. Докучаева получили дальнейшее развитие у И. К. Пачоского, который писал, что «...лесостепь это не какое-то предстепье, а основной тип, имевший очень широкое распространение в доледниковый период».

Дальнейшие исследования в этом направлении И. И. Спрыгина, И. М. Крашенинникова и Ф. Н. Милькова дали новые подтверждения справедливости высказывания И. К. Пачоского относительно «древней лесостепи».

«Лесостепь» в нашем толковании, — писал И. М. Крашенинников, — есть не просто переходная полоса от лесной к степной зоне, а вполне самостоятельная область, которая имела особую историю образования и развития своей флоры и растительности». «Лесостепной ландшафт является древним ландшафтом, что особенно заметно при сравнении его с ландшафтом тайги в области эрратики».

Иную точку зрения выдвинул С. И. Коржинский, полагавший, что на месте современной лесостепной зоны в недавнем прошлом была степь и что ландшафт лесостепи образовался в результате наступления леса на степь. Причину наступления леса на степь С. И. Коржинский видел в борьбе за существование между различными растительными формациями; при этом широколиственный лес он считал более мощной и высокоорганизованной растительной формацией, которая вытесняла травянистую растительность, постепенно превращая степь в лесостепь.

Под влиянием леса черноземы оподзолились, или деградировали, и постепенно превратились в серые лесостепные почвы.

Этого же взгляда придерживались Г. И. Танфильев, А. И. Набоких, Л. С. Берг и др.

В. И. Талиев и П. Н. Крылов полагали, что лесостепные почвы образовались путем «реградации», или «проградации», т. е. путем остепнения лесных почв в результате замены леса травянистой растительностью. «Если на степном черноземе вырастает лес, — писал В. И. Талиев, — то чернозем постепенно должен принять характер лесных почв, и, наоборот, почва, освобожденная из-под леса, раз она покроется степной или луговой растительностью, должна с течением времени приобрести свойства степного чернозема».

Г. Э. Гроссет выдвинул циклическую гипотезу, или гипотезу «естественного севооборота», согласно которой чередование леса и степи в лесостепной зоне представляет явление естественное и лес и степь здесь неоднократно сменяли друг друга не только в пространстве, но и во времени. «Лес, — пишет Г. Э. Гроссет, — как бы кочевал по степи, захватывая все новые и новые, не измененные его влиянием почвы, и уступая деградированные суглинки степи, которая снова восстанавливала их плодородие, а с ним и лесорастительные способности».

Эта гипотеза «естественного севооборота» не учитывает зависимости леса и степи от геоморфологических и других природных условий и рассматривает процесс развития ландшафтной зоны по замкнутому кругу.

В. Р. Вильямс полагал, что зона лесостепи — одна из стадий природного процесса наступления степи на лес и что смена древесной растительности луговой представляет собой закономерное явление, в результате которого лесные дерново-подзолистые почвы вследствие усиления дернового процесса превращаются в серые лесные почвы, а в дальнейшем и в черноземы. При этом в обезлесении современной лесостепи он подчеркивал большую роль хозяйственной деятельности человека.

Процессы остепнения лесных почв, после того как лес уступил свое место травянистой растительности, широко развиты в природе и, как показали исследования О. К. Кайтаренко, П. И. Шаврыгина, С. Ф. Королюка и В. А. Францессона, они сопровождаются накоплением в почвах перегноя, азота, элементов зольного питания и увеличением степени насыщенности основаниями.

По данным К. П. Горшенина, серые лесные почвы Тулуно-Иркутской лесостепи после освобождения их из-под леса в течение нескольких десятков лет приобрели строение черноземов.

Согласно историческим исследованиям Ю. Г. Саушкина, три столетия назад значительные территории Курской и Воронежской областей были заняты лесами, в настоящее же время в этих местах залегают мощные и выщелоченные черноземы. Это

дало основание Ю. Г. Саушкину предположить, что в результате исчезновения леса и прогрессивного развития дернового процесса серые лесные почвы превратились в черноземы.

Однако интенсивное развитие дернового процесса в условиях лесостепи может иметь место и под широколиственными лесами.

Исследования почв под искусственными лесными насаждениями на черноземах, проведенные К. П. Горшениным, Г. М. Туминым, П. П. Заевым, Б. В. Надеждиным, Н. И. Усовым, П. Е. Соловьевым и К. Т. Лабунским в разных районах лесостепи, показали увеличение в почве перегноя, содержания обменного кальция и улучшение их физических свойств. Наряду с этим наблюдается небольшое понижение глубины вскипания карбонатов.

К аналогичным выводам пришли В. П. Бойко и А. С. Горбуленко, проводившие исследования изменений черноземов под широколиственными лесами в Каменной степи.

Эти исследования показали, что лес не везде и всегда, поселяясь на черноземе, вызывает его оподзоливание, или деградацию. Очень часто развитие лесов на черноземах сопровождается биологической аккумуляцией перегноя, питательных веществ, щелочноземельных оснований и т. д.

В самое последнее время В. М. Боровский выдвинул предположение, что важнейшие факторы почвообразования — деятельность организмов и климатический режим — обнаруживают цикличность, связанную с ритмами солнечной активности. Поэтому развитие почв также должно быть подчинено определенной ритмичности, связанной с космическими факторами. Эти ритмы характеризуются периодами в 11, 79—80 лет.

В связи с многолетней ритмичностью природных процессов границы между ландшафтно-географическими и почвенными зонами не могут быть постоянными; они непрерывно смешаются то к югу, то к северу от некоторого среднего положения в соответствии с многолетней ритмичностью космических факторов. В этой связи многолетний спор о наступлении леса на степь или степи на лес может быть решен совершенно иначе, чем прежде. Для одних и тех же местностей, но разных периодов могут быть найдены доказательства наступления леса на степь или степи на лес в соответствии со сменой космических ритмов. Этими же ритмическими изменениями природной обстановки можно объяснить многие особенности растительности и почв лесостепной зоны.

К изложенному следует добавить, что лесостепь является наиболее заселенной и хозяйственно освоенной зоной. В лесостепи, по археологическим данным, земледелие начало развиваться за несколько тысяч лет до нашей эры. Не подлежит сомнению, что в этой зоне в особенно сильной степени сказалось

длительное влияние производственной деятельности человека на почвенный покров и естественную растительность.

По мере развития земледелия леса вырубали, расширяли распашку земельных участков и лесные массивы все дальше и дальше отодвигались на север.

Можно поэтому утверждать, что современная лесостепь есть в значительной степени продукт производственной деятельности людей на протяжении ряда тысячелетий. В связи с этим можно также полагать, что в своем историческом прошлом в этой зоне имели место неоднократные взаимные смены травянистой и древесной растительности и что почвенный покров лесостепи испытывал попеременное воздействие лесной и степной растительных формаций.

ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Занимая переходное положение между лесо-луговой и степной зонами, лесостепь характеризуется сложным и своеобразным почвенным покровом. В этой зоне широкое развитие имеют серые лесные почвы, выщелоченные и тучные черноземы. Еще более велико многообразие почв в лесостепи Западносибирской низменности: здесь наряду с серыми лесными почвами и черноземами очень часто встречаются солончаки, солонцы, солоды и болотные образования.

Однако наиболее типичными для лесостепной зоны являются серые лесные почвы, на которых мы и остановимся. Что же касается других почв, залегающих в лесостепи, то они будут рассмотрены в следующих главах.

Основные черты почвообразования. Развитие серых лесных почв связано с широколиственными лесами, где значительно развит травяной покров. В этих условиях в серых лесных почвах имеет место проявление двух основных процессов, определяющих характерные особенности этих почв.

Первый из этих процессов обязан действию нисходящих токов атмосферных осадков, поступающих в почву, и результатом его является вынос целого ряда продуктов выветривания и почвообразования из верхних горизонтов почвы в нижние или из почвы в целом в нижележащие слои почвообразующей породы.

Второй процесс связан с аккумулярующей деятельностью растительности, которая усваивает своей корневой системой значительное количество минеральных веществ из всей толщи почвы и отлагает их в форме органических остатков преимущественно в верхнем горизонте почвы или на ее поверхности. Результатом этого является аккумуляция в верхних горизонтах почвы гумуса и некоторых минеральных и органо-минеральных веществ, в частности связанного с гумусом кальция.

Поэтому в условиях лесостепи (в большинстве случаев) превалирует не подзолообразование, а дерновый почвообразовательный процесс.

Тем не менее процесс подзолообразования, хотя и в слабой мере, здесь также проявляется и находит свое выражение в относительном накоплении SiO_2 в элювиальном горизонте и в обогащении иллювиального горизонта полуторными окислами, окислами титана, кальция, магния и др.

В серых лесных почвах протекает заметно выраженный процесс оглинения и вместе с тем процесс передвижения илстых частиц и накопления их в иллювиальном горизонте. В результате выноса полуторных окислов и части органических веществ верхние горизонты постепенно осветляются и приобретают типичную серую (светло-серую или темно-серую) окраску.

Серые лесные почвы характеризуются наличием в поглощающем комплексе обменных катионов водорода и кислой реакцией. В большинстве случаев они обладают хорошо выраженным перегнойным горизонтом, значительным содержанием органического вещества, заметными признаками оподзоленности, слабокислой реакцией и благоприятными водным, воздушным и пищевым режимами.

В зависимости от содержания гумуса и мощности перегнойного слоя лесные почвы подразделяются на темно-серые, серые и светло-серые оподзоленные лесостепные почвы.

Строение профиля, механический состав и химические свойства серых лесных почв. Светло-серые почвы распространены главным образом в северной части лесостепной зоны. В большинстве случаев они залегают под дубово-грабовыми и буковыми лесами и отличаются светло-серой окраской перегнойно-элювиального горизонта (A_1), слабой гумусированностью и большим количеством аморфной SiO_2 . Мощность перегнойно-элювиального горизонта обычно колеблется от 16 до 22 см. Ниже залегает элювиальный белесый горизонт (A_2), нередко пластинчатой структуры, с обильным количеством присыпки SiO_2 , достигающей до глубины 25—30 см. Еще ниже, до линии вскипания, залегает бурого цвета иллювиальный горизонт (B), обогащенный полутораокислами железа и алюминия, сильно уплотненный, с ореховато-призматической структурой. С глубины 110 см залегает материнская порода (C) — лёссовидный суглинок.

Приведем описание профиля светло-серой почвы, сделанного в Башкирской АССР (Д. В. Богомолов).

Горизонт A_1 — 0—10 см. Серый, распыленно-глыбистый, сверху уплотнен.

Горизонт A_2 — 18—22 см. Серый, с расплывчатыми белесыми пятнами, с непрочной зернисто-ореховатой структурой.

Горизонт A_2 — 22—32 см. От обилия кремнеземистой присыпки становится белесо-серым; крупные зернисто-ореховатые структурные отдельности имеют плохо выраженные грани и отличаются несколько округлой формой.

Горизонт B_1 — 32—50 см. Серовато-бурый, с пятнами кремнеземистой присыпки и более темными гумусовыми затеками; плотный, с ореховатой структурой.

Горизонт B_2 — 50—70 см. Красновато-бурый, плотный, структура комковато-призматическая; на поверхности структурных отдельностей затеки гумуса в виде темных глянцевитых корочек.

Горизонт B_3 — 70—100 см. Окраска более бурая; структура призматическая; грани структуры окрашены в более темный цвет; сильно уплотнен.

Горизонт BC — 100—110 см. Желтовато-бурый, плотный, с единичными затеками гумуса; структура грубокомковатая, плохо выраженная.

Горизонт C — 110 см. Желто-бурая, плотная делювиальная глина.

Вскипание от соляной кислоты со 125 см.

Среди массивов светло-серых оподзоленных почв иногда встречаются почвы с более резкими признаками оподзоливания, с мелкими ортштейновыми стяжениями в горизонте A_2 и плитчатой структурой.

Светло-серые лесные почвы по ряду существенных свойств наиболее близко стоят к дерново-подзолистым почвам.

Серые лесные почвы имеют широкое распространение в лесостепи. В настоящее время они в большинстве случаев распаханы. От светло-серых они отличаются большей мощностью и интенсивностью окраски перегнойно-элювиального горизонта (20—32 см), легкой гумусированностью горизонта, переходного к иллювиальному, и менее выраженными признаками оподзоливания.

Профиль этих почв характеризуется следующими чертами (Д. В. Богомолов, Башкирская АССР).

Горизонт A_1 — 0—20 см. Серый, комковато-пылеватый, сверху сильно уплотнен.

Горизонт A_1 — 20—27 см. Серый, с расплывчатыми, несколько белесоватыми пятнами; хорошо выражена мелкоореховатая структура.

Горизонт A_2 — 27—38 см. Серый, слегка белесоватый, с хорошо выраженной ореховатой структурой.

Горизонт B_1 — 38—50 см. Серовато-бурый, неравномерно окрашен от темных затеков гумуса и белесоватых пятен кремнеземистой присыпки; уплотнен, крупноореховатый.

Горизонт B_2 — 50—74 см. Коричневато-бурый, с темно-серыми затеками гумуса; структура призматическая, распадается на

ореховатые отдельности; грани структуры окрашены гумусом в более темный цвет и покрыты глянцевитой корочкой; значительно уплотнен.

Горизонт В₃ — 74—102 см. Более бурый, также плотный; структура более крупная, призматическая; глянцевитость на гранях структуры выражена меньше.

Горизонт С — 102 см. Желтовато-бурая, плотная, слабоструктурная делювиальная глина; редкие мелкие жилки карбонатов.

Вскипание от соляной кислоты со 119 см.

Темно-серые лесные почвы наиболее распространены в южной части лесостепи в виде небольших участков среди оподзоленных черноземов и серых оподзоленных почв. Преобладающая часть их распаханна, и лишь изредка они встречаются под дубравами, еще реже залегают под грабовыми лесами, а на западе — под буковыми.

Темно-серые почвы отличаются более темной окраской перегнойно-элювиального слоя, значительным содержанием органического вещества, почти полным отсутствием горизонта А₂ и вместе с тем хорошо развитым иллювиальным горизонтом, ясно подразделяющимся на верхнюю ореховатую и нижнюю призматическую часть. У почв песчанисто-легкосуглинистого механического состава иллювий выражен слабо, уплотнение незначительное, структура неясно выражена.

В морфологическом отношении они могут быть охарактеризованы следующим профилем (Д. В. Богомолов, Башкирская АССР).

Горизонт А₁ — 0—15 см. Темно-серый, рыхлый, значительно распыленный.

Горизонт А₁ — 15—26 см. Та же окраска с осветленными пятнами от кремнеземистой присыпки, хорошо выраженная крупнозернистая мелкоореховатая структура.

Горизонт А₂ — 26—38 см. Темно-серый, с более осветленными расплывчатыми пятнами от скоплений кремнеземистой присыпки; средне- и мелкоореховатая структура, хорошо выраженная.

Горизонт В₁ — 38—54 см. Темновато-бурый, несколько неоднородно окрашенный от более темных затеков гумуса и осветленных пятен кремнеземистой присыпки, ореховатый, несколько уплотнен.

Горизонт В₂ — 54—85 см. Бурый, несколько, красноватый, с более темными редкими потеками гумуса по ходам корней и трещин; уплотнен, ореховатый и мелкопризматический. Грани структуры несколько глянцевиты и более темного цвета.

Горизонт В₃ — 85—110 см. Бурый, с более крупноореховатой и призматической структурой, но хуже выраженный.

Горизонт С — 110 см. Желтовато-бурая, плотная делювиальная глина.

Слабое вскипание от соляной кислоты со 113 см.

Развитые главным образом в южной части лесостепной зоны, темно-серые слабо оподзоленные лесные почвы многими своими чертами приближаются к черноземным почвам.

Данные механического состава почв (табл. 34) выявляют неравномерное распределение по отдельным генетическим горизонтам иловатой фракции: верхние горизонты заметно обеднены, а нижние — обогащены частицами $<0,001$ мм.

Таблица 34

Механический состав серых лесостепных почв
(по Д. В. Богомолу)

Почва	Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Содержание фракций (процент)					
			1,00— 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
Светло-серая лесная	A _n	0—10	0,8	4,1	47,1	12,1	15,7	20,2
	A ₂	22—32	1,2	4,5	46,6	12,9	15,7	19,1
	B ₁	40—50	0,1	3,5	42,8	12,3	15,8	25,5
	B ₂	60—70	0,1	2,7	30,7	10,4	15,2	40,9
	B ₃	85—94	0,2	3,1	35,1	3,2	18,3	40,1
	C	110—115	0,1	1,6	37,8	6,9	16,5	37,1
Серая лесная	A _n	0—12	0,1	0,3	51,4	5,4	20,4	22,4
	A ₁	20—27	0,1	0,7	49,6	11,2	16,0	22,4
	A ₂	28—36	1,1	0,7	50,4	10,6	15,6	21,6
	B ₁	40—48	0,1	0,2	39,9	10,1	16,4	33,3
	B ₂	60—68	0,1	2,3	25,5	12,8	13,9	45,4
	B ₃	80—90	0,1	2,5	32,3	11,3	10,1	43,7
	C	110—120	0,1	8,6	30,6	12,1	11,6	37,0
Темно-серая лесная	A _n	0—12	1,3	5,5	36,2	12,0	16,5	28,5
	A ₂	28—36	0,9	6,4	35,8	11,3	17,5	28,1
	B ₁	42—50	0,9	4,0	33,1	14,2	14,3	33,5
	C	105—116	0,7	4,3	39,1	10,1	14,5	31,3

Такое распределение механических фракций по профилю почв свидетельствует о значительной миграции иловатых частиц. При этом в наибольшей степени процесс выноса иловатых частиц обнаруживается в светло-серых сильно оподзоленных почвах и в меньшей степени — в темно-серых слабо оподзоленных лесных почвах.

Некоторое выражение почвообразовательного процесса можно найти и в данных валовых анализов (табл. 35).

Приведенные данные обнаруживают заметное проявление подзолообразования, связанное с разрушением минеральной части почвы и выносом продуктов этого распада в нижние горизонты. Особый интерес представляет распределение по профилю SiO₂ и R₂O₃, соотношение которых дает представление об интенсивности процесса оподзоливания почв. Элювиальные горизонты

. ловой химический состав почв Башкирской АССР (в процентах на прокаленную навеску)

(по З. В. Мосеевой)

Почва	Гори- зонг	Глубина взятия образца (с.м.)	Потеря от про- каливания (процент)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	TiO ₂	Молекулярные соотношения		
												$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3}$
Светло-серая	A ₁	0—10	11,25	82,05	8,81	3,68	1,98	1,51	0,125	0,160	0,393	15,81	59,28	12,48
	A ₂ B	30—40	7,36	81,35	8,32	3,13	1,85	1,56	0,062	0,131	0,352	16,59	69,09	13,38
	B ₃	75—85	9,67	72,62	10,68	4,42	2,09	2,34	0,099	0,045	0,386	11,54	43,68	9,14
	C _K	140—150	11,05	70,01	11,89	5,17	4,20	2,15	0,078	0,068	0,414	9,99	36,00	7,82
Серая лесная	A ₁	0—10	16,00	77,53	12,17	4,65	2,13	1,12	0,219	0,276	0,439	10,81	44,32	8,69
	A ₁	10—20	9,29	79,40	9,99	3,57	1,90	0,96	0,139	0,219	0,345	13,49	59,13	10,98
	A ₁ B ₁	33—43	9,34	78,06	10,27	3,86	1,38	0,36	0,103	0,237	0,385	12,89	53,77	10,40
	B ₁	45—55	10,64	71,08	12,66	7,27	1,32	1,58	0,092	0,268	0,488	9,53	25,99	6,97
	B ₃	70—80	10,76	68,89	14,15	7,91	1,83	2,14	0,116	0,274	0,527	8,26	23,14	6,08
	C _K	155—165	12,28	69,90	13,55	6,15	4,20	2,38	0,116	0,242	0,411	8,75	30,16	6,78
Темно-серая лесная	A ₁	0—20	20,62	69,40	13,72	5,94	2,37	1,94	0,335	0,225	0,466	8,58	31,04	6,72
	A ₁ B ₁	32—42	15,25	68,93	13,05	5,72	2,49	2,47	0,142	0,260	0,458	8,97	32,04	7,01
	B ₃	60—70	13,32	68,03	12,94	6,25	2,88	2,54	0,102	0,081	0,475	8,92	28,94	6,82
	C _K	100—110	14,91	68,01	13,28	6,25	4,68	2,36	0,059	0,047	0,458	8,69	28,93	6,68

этих почв характеризуются значительным накоплением SiO_2 , в иллювиальных же горизонтах процент SiO_2 заметно падает благодаря обогащению их полуторными окислами, окислами титана, кальция и магния. В горизонте С содержание SiO_2 во всех видах лесных почв почти одинаково.

В наиболее значительной степени эти явления обнаруживаются в светло-серой лесной почве. Серая лесная почва вследствие более слабой оподзоленности отличается меньшим накоплением SiO_2 в элювиальных горизонтах, распределение ее по почвенному профилю более плавное, чем в светло-серых почвах. Еще меньшее накопление SiO_2 и еще большая плавность в ее распределении отмечаются в профиле темно-серой лесной почвы.

Распределение полуторных окислов, так же как кремнекислоты, отражает существенные различия в оподзоленности данных почв. Элювиальные горизонты светло-серой лесной почвы сравнительно с аналогичными горизонтами других видов почв сильно обеднены Al_2O_3 и Fe_2O_3 . Наибольшее накопление полуторных окислов наблюдается в нижней части профиля, что свидетельствует о сильном оподзоливании светло-серой почвы.

В серой лесной почве передвижение полутораокисей выражено слабее, чем в светло-серой, однако оно также достаточно велико. Максимум R_2O_3 здесь находится на гораздо меньшей глубине, чем в светло-серой почве.

В отличие от светло-серой и серой почв в темно-серой лесной почве отмечается лишь небольшое передвижение Fe_2O_3 . Таким образом, темно-серая лесная почва в очень небольшой степени подверглась процессу оподзоливания. Особенно это видно на молекулярных соотношениях $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$, $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$, $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$.

Величина молекулярных соотношений указанных соединений в различных генетических горизонтах показывает значительное развитие процессов разрушения глинных минералов в серой и особенно в светло-серой почвах и вынос полуторных окислов в нижележащие слои этих почв.

Распределение окислов Са и Mg во многом аналогично распределению по профилю соответствующих почв полуторных окислов; наибольшее передвижение СаО и MgO наблюдается в профиле светло-серой и серой лесных почв. Что же касается SO_3 и P_2O_5 , то благодаря биологической аккумуляции их больше всего содержится в верхних горизонтах.

В связи с явлениями оподзоливания в составе поглощенных катионов серых лесных почв содержится обменный H^+ , однако преобладающее место занимают катионы Ca^{++} и Mg^{++} (табл. 36).

Количество поглощенных катионов водорода в серых лесных почвах сравнительно невелико и сильно колеблется по профилю почв; больше всего содержится обменных катионов водорода

в верхних горизонтах, к низу количество их резко уменьшается, преобладание получают поглощенные Ca^{++} и Mg^{++} .

Об агрохимических особенностях серых лесных почв наглядное представление дает табл. 37.

Таблица 36

Состав поглощенных катионов в серых лесных почвах

Почва, пункт	Глубина (см)	Содержание (м-экв на 100 г почвы)			Сумма поглощенных оснований
		Ca	Mg	H	
Светло-серая лесная, Томская область (Кузнецов)	1—14	7,37	2,67	—	10,04
	23—33	6,98	2,40	—	9,38
	50—60	11,06	2,90	—	13,96
	80—90	11,96	3,04	—	15,00
Серая лесная, Куйбышевская область (Носин)	3—12	23,60	6,60	0,22	30,20
	12—15	14,80	4,10	0,15	18,90
	25—35	11,70	4,40	0,14	16,10
	35—45	13,70	3,80	0,37	17,50
	55—65	15,90	5,10	0,51	21,00
	65—70	18,70	7,60	0,05	26,30
Темно-серая лесная, Киевская область (М. М. Годлин)	0—10	17,80	3,40	3,5	21,20
	25—35	17,10	3,20	2,8	20,30
	50—60	27,90	4,00	1,1	31,90
	70—80	28,10	2,90	0,8	31,00
Темно-серая лесная, Алтайский край (К. П. Горшенин)	0—20	37,97	1,68	—	39,65
	20—25	23,73	1,86	—	25,59
	30—35	15,67	1,71	—	17,38
	40—45	15,50	1,21	—	16,71

Таблица 37

Агрохимические показатели серых лесных почв Башкирской АССР (по Д. В. Богомолову)

Почва	Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Гумус (процент)	pH солевой	Гидролитическая кислотность (м-экв на 100 г почвы)	Сумма поглощенных оснований (м-экв на 100 г почвы)	Степень насыщенности основаниями (процент)	P_2O_5 (мг на 100 г почвы)
Светло-серая лесная	A ₀	2—10	5,25	5,5	5,1	16,0	75,8	4,5
	A ₁	13—18	4,20	5,0	4,4	15,0	77,31	3,5
	A ₂	18—25	1,35	5,0	3,7	12,4	77,01	2,0
Серая лесная	A ₀	2—10	6,98	5,4	3,9	19,5	83,3	10,0
	A ₁	17—24	3,78	5,2	3,5	19,0	84,4	7,5
	A ₂	30—38	1,98	5,0	3,2	18,0	84,9	—
Темно-серая лесная	A ₀	2—15	7,0	5,7	6,3	35,6	85,0	4,5
	A ₁	16—21	5,2	5,7	4,2	29,2	97,4	3,0

Как видно из приведенных данных, серые лесные почвы характеризуются слабокислой реакцией, небольшой емкостью поглощения и высокой степенью насыщенности основаниями. При этом наименее кислыми и наиболее насыщенными основаниями являются темно-серые лесные почвы. Содержание перегноя в серых лесных почвах в большинстве случаев колеблется от 3 до 6%.

В отличие от дерново-подзолистых почв гумус серых лесных почв характеризуется преобладанием гуминовых кислот над фульвокислотами (табл. 38).

Таблица 38

Содержание и состав гумуса темно-серой почвы
(по М. М. Кононовой)

Глубина (см)	Гумус (процент)	В составе гумуса (процент)						Отношение гуминовых кислот к фульво- кислотам
		извлече- ние спирто- бензолом	извлечение при де- кальциро- вании	гумино- вых кислот	фульво- кислот	остаток	сумма	
3—10	10,55	3,60	10,5	28,2	25,4	32,0	99,7	1,11
12—19	5,58	4,0	6,2	36,6	23,2	29,4	99,4	1,57
23—30	3,95	5,2	2,2	47,1	19,7	24,0	98,2	2,40
34—42	3,25	6,2	4,2	44,7	18,1	24,5	97,9	2,47

Содержание органического вещества постепенно уменьшается от темно-серых почв к светло-серым; вместе с тем при движении с запада на восток количество перегноя в почвах заметно увеличивается (табл. 39).

Таблица 39

Содержание перегноя (в процентах) в горизонте A₁
серых суглинистых почв лесостепи
(по Д. Г. Виленскому)

Географический пункт	Почва		
	светло- серая	серая	темно-серая
Украинская ССР	1,5—2	2—3	2,5—3,5
Европейская часть РСФСР:			
центральные области	2—3	4—5	5—7
восточные области	3—5	4—6	6—8

Количество валового азота в серых лесных почвах в большинстве случаев колеблется от 0,05 до 0,08% и обычно не превышает 0,1—0,2%. Наличие подвижных форм азота и калия

в них невелико, вследствие чего все культуры на серых лесных почвах резко реагируют на внесение азотных и калийных удобрений.

Валовым фосфором серые лесные почвы несколько богаче. Вместе с тем они отличаются высоким содержанием усвояемой фосфорной кислоты не только в перегнойном, но и в иллювиальном горизонте.

Серые лесные почвы, главным образом темно-серые, обладают достаточно прочной и ясно выраженной зернисто-ореховатой и комковатой структурой.

Что же касается светло-серых сильно оподзоленных почв, то во многих случаях они должны быть отнесены к категории почв с плохими физическими свойствами, способных к заплыванию, образованию корки и уплотнению.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ И ПУТИ ИХ УЛУЧШЕНИЯ

Серые лесные почвы по своему естественному плодородию в подавляющем большинстве случаев стоят значительно выше дерново-подзолистых и при правильном использовании могут давать высокие и устойчивые урожаи самых разнообразных сельскохозяйственных культур. В пределах Украинской ССР и в смежных с ней областях РСФСР на серых лесных почвах возделывают сахарную свеклу, а во всей лесостепной зоне успешно выращивают пшеницу, рожь, кукурузу, горох, гречиху, просо, картофель и др. Лесостепная зона, особенно в пределах Украинской ССР и средней полосы европейской части СССР, является зоной интенсивного садоводства.

Вместе с тем серые лесные почвы нуждаются в правильных агротехнических воздействиях не в меньшей степени, чем дерново-подзолистые, и получение высоких и устойчивых урожаев на них возможно только при применении соответствующей системы агротехнических мероприятий.

Серые лесные почвы отличаются небольшим содержанием перегноя, поэтому первоочередным мероприятием по их улучшению является внесение органических удобрений в виде навоза, торфонавоза и зеленого удобрения. В наибольшей степени нуждаются в обогащении органическим веществом светло-серые сильно подзолистые лесные почвы легкого механического состава.

Весьма важным мероприятием на этих почвах является известкование. В качестве сырья для известкования можно использовать дефекационную грязь сахарных заводов, а также молотый известняк, известковый туф, мел, мергель и обычный карбонатный лёсс. Использование карбонатного лёсса для целей известкования впервые предложено проф. М. М. Годлиным.

Этот способ известкования весьма удобен в том отношении, что лёсс всегда можно достать вблизи поля, которое подлежит известкованию.

Большинство серых лесных почв содержит в себе ограниченное количество усвояемых форм азота, фосфора и калия, поэтому применение минеральных удобрений является мощным фактором повышения урожайности. Наивысший эффект дает здесь полное минеральное удобрение, действие которого превышает суммарное действие отдельных компонентов.

Для создания благоприятного водно-воздушного, теплового и питательного режимов в почвах очень важное значение имеет углубление пахотного горизонта, которое следует производить при обязательном внесении в почву органических и минеральных удобрений, а также извести.

В районах с изрезанным рельефом основной задачей в борьбе за высокий урожай является систематическая борьба с эрозией.

В качестве противоэрозионных мероприятий здесь необходимо широко применять вспашку поперек склонов, задержание вод и регулирование стока путем террасирования крутых склонов и создания водопоглощающих лесных, садовых и садово-лесных полос, а также строительство прудов и водоемов в естественных ложбинах, верховьях балок и оврагов.

Существенное значение в лесостепной зоне имеет также борьба за влагу и создание благоприятного водного режима в почвах. Здесь следует широко практиковать снегозадержание и насаждение полезащитных лесных полос.

Наивысшая эффективность всех этих мероприятий достигается при комплексном их применении.

ГЛАВА XVI ПОЧВЫ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ

Огромное народнохозяйственное значение черноземных почв, их высокая производительность, громадная площадь распространения, своеобразная природная обстановка, в которой они залегают и развиваются, издавна привлекали к себе внимание многочисленных исследователей, изучавших черноземные почвы с различных практических и теоретических точек зрения. Ряд имен крупнейших русских ученых тесно связан с изучением черноземов.

Первая попытка решить вопрос о происхождении черноземов принадлежит великому ученому М. В. Ломоносову. В своей работе «О слоях земных» он писал: «Его (чернозема) происхождение не минеральное, но из двух прочих царств природы, из животного и растительного, всяк признает...» «Итак нет сомнения, — заканчивает он свои рассуждения по этому вопросу, — что чернозем не первообразная и не первозданная материя, но произошел от согнития животных и растущих тел со временем»¹.

Так, впервые в истории науки о почве М. В. Ломоносов вскрыл сущность почвообразования и установил, что чернозем — это природное тело, которое возникло и развивается под воздействием элементов биосферы, растений и животных.

Этот простой, ясный и в то же время глубоко правильный вывод М. В. Ломоносова не был воспринят и развит в свое время другими исследователями, и в вопросе о генезисе чернозема были выдвинуты впоследствии различные гипотезы.

Путешествовавший в конце XVIII в. по южной России русский академик П. С. Паллас высказался за морское происхождение черноземных почв. Он доказывал, что современная область черноземов некогда представлялась обширным приморским тростниковым болотом, временами затоплявшимся морем.

¹ М. В. Ломоносов. О слоях земных (и другие работы по геологии). 1949, стр. 68 и 69.

На дне этих водоемов длительно осаждался ил, богатый органическими веществами, в результате перегнивания которого и образовался чернозем.

Дальнейшие исследования в этом направлении, однако, показали, что все морские гипотезы явились результатом недостаточного знакомства их авторов со свойствами чернозема, а главным образом с чертами его строения и характера почвообразующих пород. Впоследствии эти гипотезы были полностью оставлены как несостоятельные.

Наряду с морскими гипотезами отдельными исследователями была выдвинута так называемая болотная гипотеза, согласно которой русский чернозем представляет собой продукт длительного изменения и превращения бывших болот и тундр (акад. Э. И. Эйхвальд). Аналогичных взглядов придерживался Н. Д. Борисяк, писавший в 1852 г., что черноземы произошли в результате высыхания болот и озер.

Поскольку же, однако, предположение этих ученых о наличии в прошлом обширных болот и озер на юге нашей страны не было подтверждено обоснованными доказательствами, то вскоре и сама гипотеза о болотном происхождении черноземов была полностью оставлена.

Значительную роль в познании генезиса черноземов сыграл русский ботаник акад. Ф. Рупрехт. Разобрав и отвергнув доказательства, представленные защитниками морской и болотной гипотез, он развил и обосновал теорию растительно-наземного происхождения черноземных почв. Вопрос о происхождении чернозема был таким образом поставлен Ф. Рупрехтом на чисто ботаническую почву. «Чернозем представляет вопрос ботанический», — писал этот ученый в самом начале своего классического труда о черноземе.

По мнению Ф. Рупрехта, северная «дерновая почва составляет настоящий эквивалент чернозема как по наружным признакам, так и по химическому составу... Образование перегной в дерновой почве очевидно: травянистые части растений умирают, истлевают на воздухе, отчасти обращаются в перегной, с дождем или с тающим снегом просачиваются в почву. То же самое бывает при образовании чернозема». Окончательным же выводом из научных исследований Рупрехта явилось положение, что чернозем образовался из степной травянистой растительности и как растительно-наземная почва представляет собой полный аналог северным дерновым почвам.

Необходимо здесь же отметить, что хотя растительно-наземное происхождение чернозема и было установлено работами Ф. Рупрехта, тем не менее вопрос о черноземе не был решен во всей его полноте и сложности и долгое время оставался открытым. Эта проблема была блестяще решена основоположником научного почвоведения проф. В. В. Докучаевым.



Таблица 1. 1 — тундровая глеевая почва, 2 — торфяно-болотная почва, 3 — подзолисто-болотная почва, 4 — подзол.



Таблица II. 1 — дерново-подзолистая почва, 2 — серая лесная почва, 3 — чернозем, 4 — лугово-черноземная почва.

В. В. Докучаев первый произвел обстоятельное и систематическое, по единому плану, обследование всей области черноземных почв, дал подробное описание отдельных природных районов ее, изучил морфологию, химические и физические свойства различных черноземов. Все это дало ему возможность установить понятие «черноземные почвы», а также критически осветить существующие материалы о черноземных почвах и в том числе главные вопросы — о происхождении этих почв и их высоком плодородии.

После опубликования «Русского чернозема» прекратилось создание новых теорий «происхождения чернозема» и установилась общепринятая, незыблемая русская точка зрения, что черноземы есть растительно-наземные почвы, образовавшиеся под покровом травянистой лугово-степной растительности и что они могут возникать и развиваться не только на лёссовых отложениях, но и на любой другой почвообразующей породе.

Значительный вклад в изучение черноземных почв внес проф. П. А. Костычев.

В настоящее время окончательно утвердилась единая точка зрения, что черноземы являются почвами, развитыми под многолетней растительностью травяных степей в зонах лесостепи и степи в условиях непромывного водного режима или же периодически промывного на севере черноземной зоны в отдельные, очень влажные годы. Черноземы отличаются темно окрашенным перегнойным горизонтом значительной мощности, высоким содержанием гумуса и прочной зернисто-комковатой структурой.

ГРАНИЦЫ И ПЛОЩАДИ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Современная область распространения черноземных почв располагается южнее лесо-луговой зоны и занимает площадь, равную в общей сложности около 190,5 млн. га, или 8,6% всей территории СССР.

Черноземная область весьма обширна. Захватывая собой почти всю южную половину европейской части СССР, она переходит далее за Уральский хребет; в Сибири черноземная зона несколько суживается и, прерываясь течением р. Оби и горным Байкальским массивом, доходит отдельными островами до верхнего бассейна р. Амура.

Черноземная зона начинается от западной государственной границы СССР с Румынией и тянется полосой от 425 до 740 км в ширину в направлении с юго-запада на северо-восток.

Северная граница черноземных почв проходит в европейской части СССР приблизительно около Житомира, Киева, Чернигова, Орла, Тулы, Горького и Свердловска; в Сибири она проходит примерно по 56- и 57-й параллелям почти вплоть до

Байкала, где несколько опускается и далее к Востоку идет по 52-й и 53-й параллелям северной широты.

Южная граница этой зоны проходит вблизи берегов Черного и Азовского морей и доходит до Дона, пересекает Волгу в районе Камышина и Саратова; далее в Заволжье она проходит через районы Пугачева и Оренбурга и в Западной Сибири поднимается приблизительно до 54-й параллели.

Таким образом, зона распространения черноземных почв охватывает следующие административные территории СССР: Украинскую ССР, Молдавскую ССР, Курскую, Тамбовскую и Воронежскую области, Краснодарский край, Ростовскую, Куйбышевскую, Оренбургскую области, южную часть Свердловской, Челябинской областей, среднюю часть Омской области и южную часть Красноярского края и Иркутской области.

Кроме того, черноземная полоса захватывает также часть Крыма и значительную площадь Северного Кавказа. К югу и юго-востоку черноземные почвы сменяются каштановыми и бурыми.

На огромном протяжении описываемой зоны почвенный покров весьма не однороден. Наряду с черноземами здесь значительное место занимают серые лесные почвы, а также солончаки, солонцы и солоды.

Однако преобладающими и наиболее типичными зональными почвами здесь являются черноземы.

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Климат. Распространение черноземных почв приурочено к степной и лесостепной зонам. Климат черноземной полосы может быть охарактеризован в одних частях как умеренно теплый, в других — как умеренно холодный, отличающийся более значительной сухостью по сравнению с лесо-луговой зоной, особенно в восточной части. При этом сухость климата обусловлена не столько малым количеством атмосферных осадков, сколько характером их выпадения, высокой температурой довольно продолжительного лета с сильными сухими ветрами, способствующими большому испарению влаги.

В качестве иллюстрации к сказанному выше могут служить средние метеорологические данные по нескольким пунктам, расположенным в различных частях черноземной полосы (табл. 40).

Среднее количество атмосферных осадков, выпадающих в течение года на большей части черноземной полосы, составляет около 400—500 мм.

В западной части зоны осадков выпадает больше, по мере продвижения на восток количество их заметно уменьшается. Наблюдается значительное колебание количества осадков по

годам. Главная масса осадков выпадает преимущественно в виде ливней и притом в летние, наиболее жаркие месяцы, вследствие чего лишь незначительная часть атмосферной влаги проникает в почву, остальное же количество через испарение и поверхностный сток теряется для почвы бесследно.

Таблица 40

Среднее месячное количество осадков (в мм) за 35 лет

Метеорологический пункт	Месяц												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Харьков . .	35	25	29	36	50	74	66	52	32	42	38	35	514
Воронеж . .	34	24	27	36	58	60	54	50	32	40	38	34	487
Ульяновск .	26	24	23	20	34	48	64	41	44	34	37	27	421
Омск	14	9	7	11	30	54	53	47	29	23	17	19	314

Годовое испарение воды из эвапориметра в различных частях зоны колеблется от 400 до 600 мм, а в засушливые годы, особенно в южных районах, может достигать 700—800 мм. Таким образом, годовое испарение в черноземной зоне во многих случаях превышает годовое количество осадков.

Вследствие этого почвы промачиваются неглубоко и слабо. Наибольшая мощность промачиваемого слоя черноземов в южной подзоне составляет 120—200, в северной 250—300 см. Большое влияние на водный режим почв степной полосы оказывает относительная низкая влажность воздуха, высокая температура летних месяцев и иссушающее действие обычных для этой зоны суховеев.

Все это вместе взятое создает такие условия, при которых почвы степных районов значительную часть летнего периода находятся в сухом состоянии.

Достаточный запас влаги почвы степной зоны имеют главным образом лишь в весенний период и в первую часть лета. Этой влаги вполне хватает для хорошего развития степной растительности, отличающейся сравнительно коротким вегетационным периодом. Но в середине лета почвенная влага истощается и травянистая растительность начинает выгорать.

Отсутствие влаги исключает возможность интенсивного развития микробиологических процессов в почве. Поэтому остатки отмершей растительности, не успевая из-за отсутствия влаги полностью минерализоваться, накапливаются в почве в виде устойчивых гуминовых соединений. Такова одна сторона влияния климатических условий на формирование черноземных почв.

С другой стороны, ограниченное количество поступающей в почву влаги не производит здесь того выщелачивающего

действия, какое наблюдается в условиях дерново-подзолистой зоны. В степной зоне из почвенной толщи выносятся на значительную глубину лишь наиболее легко растворимые соли, например NaCl , Na_2SO_4 , затем KCl и др. Что же касается карбонатов кальция и магния, то они задерживаются уже в пределах гумусового горизонта или непосредственно под ним.

Это скопление углекислой извести в виде «журавчиков», «белоглазки» и «псевдомицелия» является весьма характерным морфологическим признаком для черноземных почв.

Почвообразующие породы. Материнские породы, на которых формируются черноземные почвы, очень разнообразны. В европейской части СССР черноземная область характеризуется широким развитием лёсса и лёссовидных пород.

Преобладающими породами в Западносибирской низменности являются лёссовидные глины и суглинки аллювиального и отчасти делювиального происхождения. В некоторых районах Челябинской и Омской областей распространены верхнетретичные глины то в первичном залегании, то в виде переотложенных наносов. Наряду с этими отложениями в Западносибирской низменности довольно часто встречаются пески, супеси и суглинки, обычно приуроченные к древним долинам рек.

Большинство почвообразующих пород черноземной полосы богато карбонатами кальция и магния.

Но наиболее ярко выражены черноземные почвы, образовавшиеся на лёссах, широко распространенных в европейской части нашей страны и отличающихся значительной пористостью, отсутствием явной слоистости, способностью давать отвесные обрывы в местах промоин и оврагов и, наконец, что наиболее важно — высокой карбонатностью.

Рельеф. Преобладающей формой рельефа на большей части степной черноземной полосы является равнина. Здесь нет тех частых и резких переходов от ровных мест к всхолмленным участкам, которые наблюдаются в области лесо-луговой зоны. Сравнительным однообразием условий рельефа в степной черноземной полосе объясняется отчасти и отсутствие той сильной пестроты в почвенном покрове, которая имеет место в дерново-подзолистой зоне.

Следует отметить, что для значительной территории черноземной зоны, особенно для европейской ее части, является весьма характерным сильное развитие оврагов, как результата деятельности ливней и примитивной, хищнической сплошной распашки в прошлом. Огромные овраги, рассекая толщи лёсса глубокими каньонами и простираясь иногда на целые километры, сильно дренируют и иссушают местность.

Для рельефа степи и лесостепной зоны характерны также западины, или степные блюдца, достигающие иногда нескольких километров в поперечнике.

Из значительных повышений в черноземной зоне следует отметить Приазовскую возвышенность к востоку от Причерноморской низменности, Донецкий краж с сильно расчлененным эрозионно-тектоническим рельефом, восточную часть Среднерусской возвышенности на водоразделе Дона и Северного Донца, представляющую собою волнистую равнину, южную часть Приволжской возвышенности, расположенную между Доном, Хопром и Волгой, Ставропольскую возвышенность, достигающую вы-



Рис. 12. Ковыльная степь.

соты более 800 м, и возвышенность Общий Сырт в За-волжье — плоскую возвышенность, сильно расчлененную ов-ражно-балочной сетью с куполообразными останцами.

В азиатской части СССР черноземная зона занимает южную часть Западносибирской низменности со слабо расчлененным рельефом и прилегающую к ней северную часть Казахской складчатой страны, где очень часто встречается мелкосопочник, представляющий собой совокупность холмов и увалов высотой 20—50 м.

Восточнее Иртыша черноземная зона переходит в обширную слегка всхолмленную Кулундинскую степь, простирающуюся на 360 км в длину и на 200 км в ширину.

Растительность. Почвы черноземного типа в отличие от дерново-подзолистых образовались под покровом травянистой лу-гово-степной растительности. Убедительным подтверждением этого могут служить те не распаханые еще участки девствен-

ной степи, которые можно встретить в настоящее время в некоторых частях черноземной полосы, а чаще всего в заповедниках.

Однако состав лугово-степной растительности на протяжении всей описываемой зоны неодинаков. Так, например, в южных, более сухих районах преобладают ковыльно-типчаковые ассоциации, в состав которых входят главным образом ковыль, типчак, тонконог, житняк, пушистый овес, тонколистная полевица, степной костер и др. В районах же менее засушливых, с большим количеством осадков, куда может быть отнесена почти вся северная часть черноземной полосы, основной растительный фон складывается преимущественно из разнотравно-ковыльно-типчаковых ассоциаций, состоящих из лугового мятлика, пырея, чаполоти, клевера, горичвета, шалфея, астрагала и эспарцета.

Большинство растительных форм, распространенных в степи, в биологическом отношении отличается сравнительно коротким вегетационным периодом и способностью мириться с недостатками влаги. Эти особенности, хорошо гармонирующие с климатическими условиями зоны, дают возможность степной растительности полностью использовать весенние запасы влаги в почве и заканчивать цикл развития до начала засушливого периода. Богатая травяная растительность, присущая степной зоне, ежегодно после отмирания оставляет в почве большое количество органической массы.

Таблица 41

Возврат в почву минеральных элементов и азота
(по В. А. Ковда)

Пункт	Всего возвращено минеральных элементов и азота (кг/га)	Наземная часть	Корни	Минеральные элементы (процент)										
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	P ₂ O ₅	MgO	N	Na ₂ O	Cl	SO ₄
Западная Сибирь. Воронежская область . .	955	617	338	22,2	4,0	1,5	22,5	18,4	4,8	5,2	12,6	0,3	5,1	2,9
	1194	746	448	63,4	2,5	1,0	13,8	10,8	3,4	4,4	—	0,5	—	—

По данным исследований З. Я. Лейн, надземные части травянистых растений на черноземе дают ежегодно около 18 ц/га, а корневые системы около 80 ц/га сухого органического вещества. Таким образом, в формировании почвенного профиля черноземов решающее значение имеет корневая система травянистой растительности. В результате процессов гумификации

значительная часть растительных остатков превращается в перегной и в виде гумуса постепенно накапливается в почве. Этим объясняется то высокое содержание перегноя, которым черноземные почвы резко отличаются от почв других типов.

Вместе с органическим веществом в почву ежегодно поступает значительное количество азота и зольных веществ (табл. 41).

Двухвалентные катионы, играющие существенную роль в коагуляции почвенных коллоидов и оструктуривании почвы, поступают в почву в особенно большом количестве.

При этом наибольшая биогенная аккумуляция зольных веществ и азота наблюдается в западных районах черноземной зоны, в восточной части зоны этот процесс выражен несколько слабее.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Описанные выше природные условия степной и лесостепной полосы самым непосредственным образом влияют на характер почвообразовательных процессов, присущих черноземным почвам.

Развитие черноземных почв осуществляется под покровом травянистой лугово-степной растительности, оставляющей в почве ежегодно большое количество органического вещества.

Разложение растительных остатков протекает при неполном насыщении почвы влагой, преимущественно в аэробных условиях и при сравнительно высоких летних температурах, достигающих 25—30°, а временами и больше. Сильное высыхание почвы летом и замерзание зимой обуславливают периодическое замирание биохимических процессов.

В связи с неустойчивостью увлажнения в течение вегетационного периода наблюдается изменение биологической активности почвенных микроорганизмов в черноземах. Такие условия препятствуют быстрой минерализации органических остатков и способствуют образованию и накоплению гумусовых веществ с высоким абсолютным и относительным содержанием гуминовых кислот.

Органические кислоты в черноземах легко нейтрализуются благодаря наличию значительного количества оснований (главным образом кальция), поступающих в почвенный раствор при минерализации органических остатков, а также в результате поднятия карбонатов из нижележащего карбонатного слоя. Поэтому в гумусе черноземов преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием.

Что же касается фульвокислот, то они в степных условиях образуются обычно в малом количестве и влияние их на почвообразование невелико (табл. 42).

Слабое промывание почв при значительном содержании в почвенном растворе катионов кальция и магния способствует

коагуляции перегнойных соединений и образованию мелких и крупных агрегатов из тесно связанных органических и минеральных веществ. Так получается характерная для черноземов прочная зернистая и мелкокомковатая структура, обуславливающая благоприятные для роста растений питательный и водно-воздушный режимы.

Таблица 42

Состав гумуса обыкновенного чернозема
(по М. М. Кононовой)

Почва	Глубина (см)	Гумус (процент)						Отношение гуминовых кислот к фульво- кислотам
		вещества, извлекаемые безазотом	вещества, извлекаемые при декальцировании	гуминовая кислота	фульво- кислота	остаток	сумма	
Целинная	0—7	3,7	4,1	36,3	22,4	31,2	97,7	1,6
	10—20	4,1	2,2	38,8	22,5	31,2	98,8	1,7
	25—35	4,2	1,2	43,5	20,4	30,0	99,3	2,1
Окультуренная	0—20	4,0	2,2	40,5	19,6	33,5	99,8	2,1
	20—25	4,0	1,5	42,7	20,1	30,9	99,2	2,1
	25—35	5,3	1,1	37,3	18,5	36,1	98,3	2,0

При процессе черноземообразования всегда наблюдается интенсивное глинообразование, особенно резко выраженное в гумусовом горизонте.

Глинные минералы в черноземных почвах устойчивы и по профилю почти не перемещаются.

Если черноземные почвы развиваются на кислых породах, богатых щелочными полевыми шпатами, то в результате черноземообразования в почвах образуются аморфная кремнекислота и вторичный кварц.

В условиях черноземообразования наиболее интенсивно разлагаются полевые шпаты, превращаясь во вторичные, глинные минералы. Поэтому в черноземах почвообразовательный процесс приводит к уменьшению содержания полевых шпатов и к увеличению количества глинных минералов (Е. А. Афанасьева).

Существенной особенностью черноземных почв является наличие в их профиле на некоторой глубине карбонатно-иллювиального горизонта. При этом у одних черноземов начало карбонатного горизонта примерно совпадает с нижней границей гумусового горизонта, у других — карбонатный горизонт начинается значительно глубже нижней границы гумусового горизонта и между последним и карбонатным горизонтами имеется выщелоченный глинистый горизонт, у третьих — карбонатный горизонт начинается в пределах гумусового горизонта, причем иногда даже в верхней половине последнего.

Для карбонатно-иллювиального горизонта черноземов характерно накопление углекислого кальция, максимальное содержание которого обычно наблюдают в верхней части этого горизонта; книзу количество CaCO_3 несколько уменьшается.

По исследованиям Е. А. Афанасьевой, распределение CaCO_3 в карбонатно-иллювиальном горизонте подвержено периодическим изменениям благодаря сезонным и годичным миграциям углесолей по профилю черноземов. Сезонные и годичные миграции углесолей в черноземах происходят преимущественно в верхней трети карбонатного горизонта и затухают в нижней его части. В связи с этим верхняя граница карбонатного горизонта в черноземах испытывает некоторые перемещения кверху и книзу. Такое распределение карбонатов в черноземах обуславливается особенностями водного режима этих почв.

«Водный режим типичных черноземов, развивающихся в степных условиях почвообразования под травянистой растительностью, характеризуется следующими особенностями.

В осенне-зимне-весенний период почва промачивается до некоторой глубины. Нижняя граница наиболее глубокого промывания в черноземах при неизменных условиях почвообразования в течение веков отчетливо фиксируется кривыми распределения солей и является нижней границей почвенного профиля. Атмосферные воды промачивают черноземные почвы до этой границы далеко не каждый год, а только в годы наиболее влажные.

Граница максимального промачивания в степных условиях располагается обычно где-то в пределах карбонатного горизонта. Отсюда часть воды испаряется путем десукции. Оставшаяся вода в летние месяцы поднимается к гумусовому горизонту восходящими токами. В гумусовом горизонте восходящие токи воды, как правило, отсутствуют, так как здесь всю воду, способную передвигаться вверх, в вегетационный период перехватывают корни трав.

Даже во влажные сезоны и годы черноземы сколько-нибудь значительного переувлажнения на большие глубины не испытывают.

Нисходящие токи воды в черноземах под травянистой растительностью наблюдаются в холодные сезоны, когда растения находятся в состоянии покоя и когда жизнедеятельность микроорганизмов замирает. Поэтому в периоды преобладания нисходящих токов воды в черноземах концентрация CO_2 почвенного воздуха невелика. Следовательно, почвенная влага, стекающая вниз, не может растворять значительное количество углесолей и переносить их из верхней части почвенного профиля к нижней границе его, несмотря на то, что этому благоприятствует пониженная температура.

Обратный ток воды, направленный вверх преимущественно из средней части карбонатного горизонта к гумусовому горизонту, осуществляется в разгар вегетации растений и совпадает со временем интенсивного разложения растительных остатков, т. е. с периодом наиболее высоких концентраций CO_2 в почвенном воздухе. Благодаря этому восходящая влага переносит заметное количество углесолей к верхней границе вскипания.

Этой особенностью сезонных и годовых миграций углесолей, связанной не только с характером водного режима черноземов, но и с сезонными колебаниями состава почвенного воздуха, объясняется резко выраженный карбонатный максимум, приуроченный к верхней границе вскипания в типичных черноземах. Таким образом, дифференциация солей, наблюдаемая в почвенном профиле типичных черноземов под травянистой растительностью, объясняется не столько разницей в их растворимости, сколько тем, что сульфаты и хлориды передвигаются главным образом к нижней границе почвенного профиля под воздействием преобладающих нисходящих токов воды и их передвижение не зависит от состава почвенного воздуха.

Углесолы благодаря повышенной растворимости их в летнее время поднимаются вверх к гумусовому горизонту.

Направления сезонных миграций карбонатов, с одной стороны, хлоридов и сульфатов — с другой, в профиле степных почв противоположны.

Если бы в черноземах не было восходящего передвижения углесолей в вегетационный период, то мы наблюдали бы совсем другой характер их распределения в профиле этих почв. В таком случае происходил бы прогрессивный вынос углесолей в нижнюю часть почвенного профиля и с течением времени при неизменных степных условиях почвообразования все карбонаты в типичных черноземах переместились бы в нижнюю часть карбонатного горизонта и максимум их содержания более или менее совместился бы с максимумами содержания хлоридов и сульфатов.

Восходящее передвижение углесолей препятствует выносу кальция из зоны обитания корней и из сферы почвообразования в степных почвах. Круговорот кальция не только в черноземах, но и в более южных вариантах степных почв снизу замкнут. Об этом свидетельствует отсутствие углесолей ниже почвенного профиля в слоях породы, непосредственно прилегающих к нижней границе почвенного профиля. При этом образуется как бы висячий карбонатный горизонт.

Замкнутость снизу круговорота кальция в степных почвах гарантирует их от выщелачивания на весьма длительный срок при неизменных степных условиях почвообразования и способствует сохранению в них черноземных признаков во времени.

Если бы черноземы формировались в чисто элювиальных условиях и в них отсутствовало бы восходящее передвижение кальция, ежегодно возвращающее выщелачиваемый из гумусового горизонта кальций обратно в зону обитания корней, то черноземная стадия почвообразования была бы неустойчивой, а черноземные почвы — образованиями эфемерными» (Е. А. Афанасьева).

Нижняя граница почвенного профиля в черноземах совпадает с нижней границей карбонатного горизонта. Если черноземная почва развита на карбонатной породе, то почвенный профиль кончается там, где содержание CaCO_3 в породе становится более или менее постоянным. Если же почва образовалась на породе бескарбонатной, то нижняя граница почвенного профиля проводится там, откуда начинается бескарбонатная порода.

Нижняя граница почвенного профиля в черноземах указывает на максимальную суммарную глубину годовых и вековых промачиваний почвы атмосферными осадками при неменяющихся степных условиях почвообразования.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ, ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Развитие черноземной стадии почвообразовательного процесса находит свое отражение как в морфологических, так и в физических и химических свойствах черноземных почв.

Одним из основных и характерных свойств черноземов является высокое содержание в них перегноя и, как следствие этого, черная окраска, благодаря которой эти почвы и получили свое название. И действительно, большинство разновидностей черноземных почв содержит в среднем 8—12% перегноя, но нередко это количество повышается до 15%, а иногда до 18 и даже до 20% от общего веса почвы.

Накопление столь огромного количества перегноя является наиболее существенной особенностью, свойственной черноземным почвам. Вместе с тем, перегнойный горизонт описываемых почв отличается большой мощностью, достигающей иногда 1—1,5 м, и, что весьма существенно, количество перегноя в нем убывает книзу постепенно, без тех резких переходов, которые свойственны дерново-подзолистым и подзолистым почвам.

В качестве иллюстрации к сказанному приведем следующее описание профиля типичного чернозема.

Горизонт А — 0—55 см. Окраска почти черная, равномерная; структура зернистая, очень прочная; структурные агрегаты в подавляющем большинстве имеют диаметр 2—3 мм. Густо пронизан корнями травянистой растительности. Горизонт наибольшей

аккумуляции перегноя. Содержание перегноя убывает книзу весьма постепенно.

Горизонт В — 55—125 см. Окраска черно-бурая, неравномерная, переходящая книзу в палево-серую. Структура комковатая. Менее густо пронизан корнями. В нижней части изобилует выделениями карбонатов кальция в виде конкреций «белоглазки» и «журавчиков». Бурно вскипает с соляной кислотой. Переход к следующему горизонту незаметный.

Горизонт С — глубже 125 см. Лёсс палевой окраски, пористого сложения, местами вертикально-трещиноватый.

Из приведенного описания наглядно видно, что в профиле черноземных почв нет резкой дифференциации почвенной толщи на горизонты. Постепенность перехода перегнойного горизонта в материнскую породу красноречиво говорит об отсутствии в данных почвах сильного выноса или выщелачивания, а в связи с этим, следовательно, и о богатстве этих почв необходимыми для растений питательными элементами.

Сказанное может быть наглядно проиллюстрировано данными валового анализа черноземных почв (табл. 43).

Из приведенных данных видно, что в черноземных почвах только карбонаты кальция в заметной степени подвержены передвижению в нижние слои почвы; об этом говорит явное

Рис. 13. Схема строения чернозема.

возрастание содержания СаО по мере углубления в почву.

Что же касается других составных частей почвы, то, судя по равномерности их распространения по отдельным горизонтам, они почти совсем не затронуты процессами выщелачивания.

Из приведенных валовых анализов явствует и большая обогащенность черноземных почв органическими и минеральными соединениями, которые являются основным источником образования питательных веществ для растений.

Поскольку перегнойный горизонт в черноземных почвах достигает большой мощности, то очевидно, что общее содержание зольной и азотной пищи в них очень велико. Среди элементов пищи здесь следует отметить прежде всего азот, общее содержание которого в самом верхнем горизонте описываемых

почв равно 0,2—0,5%, но нередко достигает 0,6%. Содержание P_2O_5 в верхнем слое колеблется обычно от 0,1 до 0,2%, содержание K_2O — около 2%.

Таблица 43

Валовой химический состав тучного глинистого чернозема
(по К. Шмидту)

Глубина (см)	Содержание (процент от сухой почвы)										
	пере- гноя	мине- раль- ных веще- ств	N	P ₂ O ₅	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
0—30	14,85	83,80	0,61	0,22	44,35	15,80	4,52	1,97	1,55	2,27	0,71
30—55	11,38	87,24	0,42	0,19	55,84	14,84	5,16	2,05	1,49	2,37	0,58
55—80	8,70	90,27	0,27	0,17	57,88	15,75	5,20	1,54	1,93	2,34	0,84
80—100	6,16	92,37	0,18	0,16	54,32	14,61	4,83	5,82	1,76	2,27	0,88
Глубже 100	3,54	95,56	0,08	0,15	48,21	14,75	4,64	10,0	1,47	2,03	0,86

Слабое промывание почв степной черноземной зоны почти не сказывается на их механическом составе. Поэтому в отличие от дерново-подзолистых и подзолистых почв в черноземных почвах не наблюдается сколько-нибудь заметного опесчанивания верхних горизонтов, т. е. передвижения по почвенной толще вниз мельчайших илистых частичек. Наглядной иллюстрацией к сказанному могут служить данные табл. 44.

Таблица 44

Механический состав глинистого чернозема
(близ ст. Клопиха Саратовской области)
(по Л. И. Прасолову)

Глубина (см)	Содержание частичек разных диаметров (процент)			
	> 0,25 мм	0,25—0,02 мм	0,02—0,006 мм	< 0,006 мм
0— 5	0,2	34,5	25,5	39,8
10— 15	0,2	34,0	23,4	42,4
25— 35	0,0	35,7	27,8	36,5
45— 55	0,0	24,5	31,6	43,9
110—120	0,1	19,5	29,0	51,4
200—207	0,0	33,9	32,0	34,1

Сопоставляя между собой различные горизонты, нетрудно убедиться, что существенного различия между ними в отношении механического состава не наблюдается. Как верхние, так и нижние горизонты характеризуются примерно равным содержанием одинаковых механических фракций. Некоторые же различия в механическом составе по горизонтам (табл. 44)

должны быть отнесены главным образом за счет неполной однородности самой почвообразующей породы.

Благодаря наличию карбонатов кальция и магния в материнской породе, а также вследствие слабой промываемости атмосферными осадками черноземные почвы обладают высокой степенью насыщенности основаниями (табл. 45).

Таблица 45

**Состав поглощенных катионов в обыкновенном
черноземе**
(по Е. Н. Ивановой)

Глубина (см)	Содержание <i>м-экв</i>		Емкость поглощения (<i>м-экв</i>)	Процентный состав погло- щенных катионов (<i>м-экв</i> к сумме)	
	Ca	Mg		Ca	Mg
0—15	46,5	6,8	53,3	87,2	12,8
15—35	46,6	4,7	51,3	90,4	9,6
35—45	36,0	5,0	41,0	88,0	12,0
45—60	34,7	5,2	39,9	87,0	13,0
60—75	34,6	5,4	40,0	86,5	13,5
75—90	33,0	4,1	37,1	89,0	11,0
90—105	33,1	4,7	37,8	87,2	12,0

Из этой таблицы видно, что черноземные почвы насыщены главным образом двумя катионами: кальцием и магнием, причем преобладающее место занимает кальций, относительное содержание которого достигает 90,4% от всей суммы поглощенных оснований. Наибольшая величина емкости поглощения обнаруживается в самом верхнем слое почвы, заключающем максимум гумуса; книзу емкость поглощения постепенно уменьшается, достигая своего минимума на глубине 90—105 см.

Благодаря богатству перегноем и насыщенности кальцием черноземные почвы обладают прочной зернистой структурой, а в связи с этим и благоприятными водными, воздушными и тепловыми режимами (табл. 46).

Зернистая структура, обуславливая свободный газообмен, исключает тем самым возможность образования и накопления в описываемых почвах каких-либо ядовитых для растений недоокисленных или закисных соединений. Будучи насыщенными основаниями, черноземные почвы в большинстве случаев обладают нейтральной реакцией, наиболее отвечающей потребности культурных растений. В более редких случаях реакция почвенного раствора в данных почвах бывает слабокислой или слабощелочной.

Общее количество воднорастворимых соединений в черноземах обычно невелико и редко достигает 0,1%, в большинстве

Физические свойства мощного тучного чернозема на лёссовидном суглинке
(по Большакову)

Горизонт	Глубина залегания образца (см)	Удельный вес	Объемный вес г/см ³	Процент от веса почвы				Порозность (процент от общего объема)
				максимальная гигроскопичность	влажность устойчивого завязания	наименьшая влагоемкость	полная влагоемкость	
A ₁	0—10	2,50	0,97	10,6	14,2	48,0	63	61
A ₁	10—20	2,55	1,16	9,8	13,1	35,5	47	55
A ₁	20—30	2,56	1,11	9,3	11,6	32,6	51	57
A ₁	30—40	2,57	1,18	9,3	12,2	31,4	46	54
A ₁	40—50	2,57	1,16	9,2	12,3	29,5	47	55
A ₁	50—60	2,63	1,21	8,9	11,7	29,3	45	54
A ₁	60—70	2,62	1,21	7,9	11,1	27,7	45	54
A ₁	70—80	2,62	1,24	8,0	10,7	26,3	43	53
AB	80—90	2,61	1,22	7,9	10,2	26,0	43	53
AB	90—100	2,65	1,25	7,5	10,4	25,6	42	53
B	100—110	2,68	1,26	7,4	9,5	25,6	42	53

случаев измеряясь сотыми долями процента. При этом извлекаемые водой вещества наполовину состоят из органических, наполовину из минеральных соединений.

Количество растворимого в воде перегноя в черноземах весьма незначительно и обычно колеблется от 0,02 до 0,05%. Реакция водной вытяжки почти нейтральная, лишь в нижних горизонтах она становится слегка щелочной, что видно из табл. 47.

Таблица 47

Водные вытяжки из обыкновенных черноземов
(в процентах)

Область, автор	Глубина (см)	Плотный остаток	Щелочность общая
Саратовская (Н. И. Усов)	2—8	0,052	0,017
	27—30	0,063	0,017
	60—66	0,070	0,027
	100—106	0,140	0,070
	140—160	0,220	0,047
Челябинская (К. П. Горшенин)	0—5	0,089	0,015
	40—45	0,078	0,019
	100—105	0,049	0,024
Омская (И. С. Сметанин)	0—10	0,090	0,028
	35—45	0,096	0,047
	68—73	0,073	0,036
	110—120	0,063	0,038

Обобщая все вышесказанное, можно сказать, что черноземные почвы как среда для культурных растений обладают высоким содержанием перегноя и мощным перегнойным горизонтом; заключают в себе значительное количество зольной и азотной пищи для растений; будучи насыщены Са и Mg, обладают нейтральной или близкой к ней реакцией, ясно выраженной прочной зернистой структурой; не содержат в себе закисных и недоокисленных, ядовитых для растений веществ; обладают весьма благоприятными водными, воздушными и тепловыми свойствами, а вместе с тем и благоприятным пищевым режимом.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ПОДТИПОВ ЧЕРНОЗЕМОВ

Почвенный покров черноземно-степной зоны, занимающей огромное пространство, далеко не однообразен. Различия в климатических условиях, в почвообразующих породах и характере растительности, наблюдающиеся в отдельных частях черноземной полосы, самым непосредственным образом сказываются и на свойствах почв.

Почвенный покров черноземной зоны представлен многими почвенными разновидностями, которые объединяются в следующие главнейшие подтипы: черноземы оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные, южные и др.

Кроме того, черноземы подразделяются по мощности гумусового горизонта и по накоплению в них гумуса.

По количеству гумуса в верхнем слое черноземы делятся на тучные (гумуса более 9%), среднегумусные (гумуса от 6—7 до 9%), малогумусные (гумуса от 4 до 6—7%) и слабогумусированные (гумуса менее 4%).

По мощности гумусового горизонта ($A + B$) почвы делятся на сверхмощные (более 120 см), мощные (80—120 см), среднемощные (40—80 см), маломощные (меньше 40 см).

Исключение составляют черноземы Западной Сибири, которые по мощности перегнойного слоя отличаются от черноземов европейской части СССР. Обычно маломощные черноземы здесь имеют горизонты $A + B$ меньше 30 см, среднемощные 30—50 и мощные несколько больше 50 см.

Остановимся на рассмотрении существенных особенностей каждого подтипа черноземных почв в отдельности.

Оподзоленные черноземы. Оподзоленные черноземы развиваются преимущественно под широколиственными лесами лесостепной зоны, где вследствие более влажного климата процессы выщелачивания и оподзоливания в почвах проявляются в за-

метной степени. По ряду признаков и свойств оподзоленные черноземы стоят очень близко к темно-серым лесостепным почвам.

Оподзоленные черноземы характеризуются небольшим запасом перегноя в гумусовом горизонте и глубоким залеганием карбонатного горизонта; между гумусовым и карбонатным горизонтом находится некарбонатный слой. В этих почвах карбонаты залегают на такой глубине, откуда не всегда обеспечивается их поднятие до гумусового горизонта. Поэтому в нижней части гумусового горизонта периодически может устанавливаться дефицит кальция в почвенном растворе и слабокислая реакция.

Слабокислая среда вызывает некоторую растворимость гумуса и способствует передвижению ила. В верхней части гумусового горизонта под воздействием дернового процесса идет интенсивное накопление зольных элементов растительных остатков и происходит новообразование органо-минеральных коллоидов с высокой поглонительной способностью.

Нижней части гумусового горизонта свойственна периодически слабокислая реакция, так как сюда ограничено поступление оснований как сверху, так и снизу. Здесь и обнаруживают признаки оподзоливания, которые морфологически выражены в виде «кремнеземистой присыпки» на границе гумусового и переходного горизонтов.

В иллювиальном горизонте (В) наблюдается ореховатая структура. В некоторых случаях у черноземов имеются признаки значительного поверхностного оподзоливания (вынос полуторных окислов и илистой фракции).

Морфологическое строение оподзоленных черноземов может быть представлено описанием следующего разреза (Башкирская АССР; Д. В. Богомолов).

Горизонт A_0 — 0—20 см. Темно-серый, почти черный, комковато-пылеватый.

Горизонт A_1 — 20—29 см. Темно-серый, почти черный; структура мелко- и среднезернистая с хорошо выраженными угловатыми гранями.

Горизонт A_2 — 29—40 см. Темно-серый, с четкой острогранно-ребристой средне- и крупнозернистой структурой; на гранях структуры небольшой налет кремнеземистой присыпки, выступающей наиболее отчетливо при высыхании почвы.

Горизонт B_1 — 40—59 см. Темновато-бурый, комковато-ореховатый; несколько уплотнен, по граням структуры слабо выраженная кремнеземистая присыпка.

Горизонт B_2 — 60—82 см. Красновато-бурый, комковато-призматический и ореховатый; уплотнен.

Горизонт BC — 82—96 см. Бурый, с красноватым оттенком и с тем же характером структуры, но несколько хуже выраженным; уплотнен.

Горизонт С — 96—120 см. Желтовато-бурая, плотная делювиальная глина; слабо вскипает от соляной кислоты.

Слабо оподзоленные черноземы в морфологическом отношении отличаются интенсивной темно-серой окраской гумусового горизонта, наличием хорошо выраженной зернистой структуры, появлением в нижней части гумусового горизонта и в верхней части иллювиального признаков оподзоливания.

Иллювиальный горизонт слабо оподзоленных черноземов заметно выражен, значительно уплотнен и, имея ореховатую и комковато-призматическую структуру, по своему строению приближается к аналогичному горизонту темно-серых слабо оподзоленных лесостепных почв.

Механический состав у слабо оподзоленных черноземов изменяется по профилю не очень сильно.

Более высокое содержание иловатой фракции наблюдается в перегнойно-аккумулятивном горизонте. Вглубь почвенного профиля количество иловатых частиц постепенно уменьшается, а затем несколько увеличивается в иллювиальном горизонте. Такое распределение иловатой фракции по профилю почвы свидетельствует о наличии в них оподзоливания, хотя и слабо выраженного.

Содержание гумуса и азота в слабо оподзоленных черноземах сравнительно невелико и колеблется в значительных пределах (табл. 48).

Таблица 48

Содержание гумуса и азота в оподзоленных черноземах

Область, автор	Глубина (см)	Содержание (процент к сухой почве)	
		гумуса	азота
Украинская ССР (М. М. Годлин)	0—17	4,05	Не определяли
	25—35	3,82	
	80—90	1,66	
	130—140	0,50	
Саратовская (Н. И. Усов)	0—10	7,82	0,392
	48—56	3,11	0,197
	64—72	1,94	0,169
	90—92	0,94	0,122

Содержание поглощенных оснований в этих почвах достаточно высокое, но в зависимости от механического состава значительно изменяется. В более тяжелых по механическому составу почвах количество обменных оснований составляет 48,2—61,54 м-экв для кальция и 4,7—16,0 м-экв для магния, в более легких — количество поглощенных оснований снижается до 43—44 м-экв для кальция и 4,3—5,4 м-экв для магния.

Слабо оподзоленные черноземы обладают слабокислой реакцией, при этом обменная кислотность изменяется в пределах $pH = 4,7-6,6$.

Степень насыщенности основаниями этих почв очень высокая и обычно колеблется от 80 до 90 %, нередко достигая 95 %. Содержание подвижных форм P_2O_5 в оподзоленных черноземах довольно низкое и, по данным многих анализов, большей частью колеблется от 1,5 до 7,5 мг на 100 г почвы. В связи с этим оподзоленные черноземы в большинстве случаев сильно нуждаются в фосфорных удобрениях.

Выщелоченные черноземы. Выщелоченные черноземы широко распространены в лесостепи, а также частично в степях, вдали от лесов, в условиях повышенного увлажнения.

Они имеют более значительные запасы гумуса в перегнойном слое (табл. 49). Мощность гумусового горизонта ($A+B$) у выщелоченных черноземов в различных частях описываемой зоны сильно варьирует. В пределах Украинской ССР гумусовый слой достигает 120 см и более, в восточных же районах он значительно уменьшается и, за исключением некоторых предгорных районов, редко превышает 70 см. Карбонаты в этих почвах залегают менее глубоко, чем в оподзоленных черноземах. Поэтому в выщелоченных черноземах происходит периодическое поднятие их с почвенными растворами до гумусового горизонта.

Глубина вскипания карбонатов в этих почвах сильно колеблется, но чаще всего лежит на уровне 90—120 см от поверхности, а в районах влажной лесостепи — на глубине 150—200 см.

Таблица 49

Содержание гумуса и азота в выщелоченных черноземах

Область, автор	Глубина (см)	Содержание (процент к сухой почве)	
		гумуса	азота
Башкирская ССР (Д. В. Богомолов)	3—13	11,82	0,517
	20—30	8,04	—
	40—50	5,49	—
	50—60	2,85	—
Новосибирская область (К. П. Горшенин)	0—10	11,60	0,638
	25—35	6,14	0,377
	35—45	1,67	—
	50—60	0,80	—

В результате процессов выщелачивания для выщелоченных черноземов характерно также заметное уплотнение переходного горизонта, в котором обнаруживается несколько повышенное

содержание коллоидных веществ и полуторных окислов. Структура этого горизонта зернистая или ореховатая.

От оподзоленных черноземов выщелоченные черноземы отличаются отсутствием в нижней части горизонта А скоплений кремнезема.

В поглощающем комплексе выщелоченного чернозема наряду с поглощенными кальцием и магнием содержится очень небольшое количество поглощенного водорода.

В зависимости от глубины вскипания, степени выраженности иллювиального горизонта и связанной с ним ореховатой структуры, а также в зависимости от большего или меньшего содержания в поглощающем почвенном комплексе поглощенного водорода, выщелоченные черноземы подразделяются на слабо выщелоченные, средне выщелоченные и сильно выщелоченные. К последним относятся такие выщелоченные черноземы, у которых не вскипает не только горизонт В, но и почвообразующая порода.

Морфологическое строение выщелоченных черноземов может быть представлено следующим типичным профилем (Башкирская АССР, Д. В. Богомолов).

Горизонт A_n — 0—18 см. Темно-серый, почти черный, довольно сильно распылен; в нижней части пахотного слоя замечается уплотнение.

Горизонт A_1 — 18—30 см. Той же окраски, рыхлый, структура мелко- и среднезернистая, несколько округлой формы, с плохо выраженными гранями.

Горизонт A_2 — 30—39 см. Той же окраски, с небольшим буроватым оттенком; структура несколько укрупняется и становится преимущественно среднезернистой.

Горизонт АВ — 39—50 см. Темно-серый с более ясным буроватым оттенком; несколько уплотнен, зернисто-комковатый.

Горизонт B_1 — 50—66 см. Темновато-бурый, слабо уплотнен; структура комковатая, удлиненная, несколько призматической формы.

Горизонт B_2 — 66—85 см. Красновато-бурый, несколько более плотный; структура комковато-призматическая, при давлении распадающаяся на более мелкие комковатые и зернистые отделимости.

Горизонт ВС — 85—115 см. Бурый, с красноватым оттенком, уплотнение несколько уменьшается; структура выражена хуже; в середине горизонта слабое вскипание от соляной кислоты и появляются прожилки извести.

Горизонт С — со 115 см. Желтовато-бурая плотная делювиальная глина.

Характерными морфологическими признаками выщелоченных черноземов являются наличие в них уплотненного иллювиального горизонта с комковато-призматической структурой, по-

ниженный уровень вскипания и наряду с этим отсутствие признаков оподзоливания.

Дифференциация почвенного профиля по механическому составу проявляется в выщелоченных черноземах в значительно меньшей степени, чем в оподзоленных черноземах. Иловатая фракция в выщелоченных черноземах постепенно увеличивается книзу почвенного профиля до горизонта B_2 , а затем несколько уменьшается в горизонтах BC и C .

Выщелоченные черноземы отличаются большой емкостью поглощения и относительно высоким содержанием поглощенных Ca^{++} и Mg^{++} . Отношение между поглощенным кальцием и магнием в этих почвах довольно широкое (8:1 и 7:1). Выщелоченные черноземы обладают небольшой обменной кислотностью, которая обычно колеблется в пределах $pH=5,7-6,1$. Относительно понижена в них гидролитическая кислотность, в большинстве случаев не превышающая 3—6 м-экв на 100 г почвы.

Сумма поглощенных оснований выражается большими величинами и колеблется чаще всего в пределах 30—40 м-экв на 100 г почвы. Вместе с тем выщелоченные черноземы отличаются высокой степенью насыщенности основаниями, достигающей 87—95%. В то же время содержание усвояемой фосфорной кислоты в данных почвах очень невелико.

Количество P_2O_5 колеблется от 1,5 до 9,0 мг на 100 г почвы и только в единичных случаях выражается более высокими цифрами. В этом отношении выщелоченные черноземы нуждаются в фосфорных удобрениях в такой же степени, как и оподзоленные черноземы.

Значительная часть выщелоченных черноземов по содержанию гумуса принадлежит к многогумусным черноземам. Однако в природе нередко встречается развитие среднегумусных и малогумусных выщелоченных черноземов.

Типичные черноземы. Типичные черноземы представляют собой почвы, в которых наиболее ярко выражены характерные свойства, присущие черноземным почвам. Распространены они преимущественно в западных районах лесостепной зоны европейской части СССР и лишь отдельными пятнами проникают в область черноземной степи. Небольшие их массивы имеются также по западным склонам Алтайских гор, в условиях несколько повышенного увлажнения.

Типичные черноземы характеризуются интенсивно черной окраской, ясно выраженной зернистой структурой горизонта A , наибольшим запасом перегноя в гумусовом слое, постепенным переходом от одного горизонта к другому, вскипанием на границе горизонтов A и B или же в пределах горизонта B и ясно выраженным карбонатным горизонтом значительной мощности.

Приводим описание почвенного профиля типичного мощного чернозема (Полтавская область, К. И. Божко).

Горизонт А — 0—46 см. Темно-серый, гумусовый, до 20 см глубины — пахотный комковато-зернистый, с 20 см — зернистый. Имеются ходы дождевых червей.

Горизонт В — 46—90 см. Тоже темно-серый с палевым оттенком (в нижней части), крупичато-комковатый, на глубине 52 см — отложения углесолей в форме карбонатной «плесени». Вскипание от кислоты на глубине 46 см.

Горизонт С — 90—130 см. Грязновато-палевый карбонатный лёсс, сильно изрыт землероями, крупичато-глыбистый. Много углесолей в форме «плесени» и в форме тонких «жилок».

Для типичных мощных черноземов характерно очень глубокое проникновение гумуса, наличие карбонатов кальция и магния, отлагающихся на глубине 52—120 см в форме карбонатной «плесени», и большая изрытость почвенной толщи землероями.

В их профиле не обнаруживается перемещения гидроокисей железа и алюминия. Что же касается кальция, то резкое увеличение его с глубиной обусловлено наличием углесолей кальция в карбонатном горизонте. В связи с этим в типичных черноземах не обнаруживают дифференциацию их генетических горизонтов по механическому составу.

Таблица 50

Агрохимические показатели типичных черноземов

(по Н. Б. Вернандеру, М. М. Годлину, Г. Н. Самбуру, С. А. Скорину)

Типичный мощный чернозем	Глубина взятия образца (см)	pH солевой вытяжки	Гидролитическая кислотность (м-экв на 100 г почвы)	Сумма поглощенных оснований (м-экв на 100 г почвы)	Степень насыщенности основаниями (процент)	Поглощенные основания (м-экв на 100 г почвы)	
						Ca	Mg
Среднегумусный, глинистый	0—20	6,3 5,8—6,5	1,5 1,2—2,8	41 39—48	96 93—98	41,7	4,5
	25—45	6,6 6,0—6,8	1,3 0,9—2,1	42 40—51	97 94—98	42,2	4,5
Среднегумусный, пылевато-тяжелосуглинистый	0—20	6,5 6,0—6,8	1,3 0,6—2,0	36,7 32—38	96,0 93—98	34,4	3,3
		6,2 6,0—6,6	0,6 0,4—0,7	44,0 41—47	97,0 92—99	35,2	5,0
		6,1 5,6—6,2	1,5 0,7—2,2	25,2 22—30	94,9 92—97	24,1	3,5
Малогумусный, пылевато-среднесуглинистый	0—20	6,1 5,6—6,2	1,5 0,7—2,2	25,2 22—30	94,9 92—97	24,1	3,5
	25—45	6,3 5,1—6,5	0,8 0,4—1,2	26,6 22—32	97,3 96—99	25,2	3,7

Результаты агрохимических анализов, приведенные в табл. 50, показывают наличие в типичных черноземах крайне незначи-

тельной кислотности (рН колеблется в верхнем горизонте от 6,0 до 6,8).

Гидролитическая кислотность выражена слабо и составляет большей частью 0,4—2,8 м-экв на 100 г почвы.

В нижних горизонтах этих почв значение обменной и гидролитической кислотности еще более уменьшается. Коллоидальная фракция типичных черноземов насыщена преимущественно Ca^{++} и Mg^{++} при соотношении последних от 10:1 до 8:1. Степень насыщенности очень велика и достигает 94—99%.

Заклячая в себе большое количество гумуса и илистых частиц и будучи высоко насыщенными основаниями, типичные черноземы обладают хорошо выраженной зернистой структурой, обуславливающей благоприятный водный и воздушный режимы.

Обыкновенные черноземы. Обыкновенные черноземы распространены главным образом в степной зоне, в условиях несколько пониженного увлажнения. Вследствие большей сухости климата растительность развивается здесь слабее, а в связи с этим, следовательно, и обогащение почвы органическими веществами совершается в более ограниченном количестве.

Обыкновенные черноземы содержат в себе около 6—8% гумуса (табл. 51).

Таблица 51

Содержание гумуса в обыкновенных черноземах

Область, автор	Глубина (см)	Содержание гумуса (процент)	Область, автор	Глубина (см)	Содержание гумуса (процент)
Украинская ССР (М. М. Годлин)	0—20	6,14	Куйбышевская область (В. А. Носин)	6—20	6,33
	20—45	5,01		22—27	6,20
	65—85	2,29		27—32	5,84
	110—130	0,34		42—47	4,67
Воронежская область (К. П. Горшенин)	1—6	8,19		65—70	2,82
	24—29	8,09		70—75	2,01
	36—41	5,75		85—90	0,89
	53—58	4,80	Челябинская область (К. П. Горшенин)	0—5	8,39
	80—85	2,36		20—25	4,32
	95—100	1,52		40—45	1,35
	108—113	0,86		60—65	0,91

Общая мощность гумусового и гумусового переходного горизонтов в обыкновенных черноземах составляет 70—80 см. При этом в северной части подзоны, примыкающей к южной границе лесостепи, мощность перегнойного слоя обыкновенных черноземов возрастает до 90 см, а при переходе в подзону сухих степей гумусный слой уменьшается до 60—70 см.

Несколько большую мощность обыкновенные черноземы приобретают по предбалочным понижениям, а также на едва заметных впадинах плато. Эти черноземы обычно более глубоко выщелочены от углесолей кальция и магния. Наоборот, на всхолмлениях, даже едва заметных на глаз, залегают обыкновенные черноземы с высоко поднятыми к поверхности карбонатами. Эти факты указывают на наличие комплексности почвенного покрова в полосе распространения обыкновенных черноземов.

В обыкновенных черноземах европейской части СССР на глубине около 3—4 м часто наблюдается горизонт выделения легко растворимых солей и гипса (солевой горизонт). В обыкновенных черноземах Западной Сибири солевой горизонт появляется на глубине около 200 см.

Обыкновенные черноземы по морфологическим признакам несколько отличаются от типичных черноземов. Они имеют менее интенсивную окраску гумусового горизонта, обычно меньшую его мощность, менее отчетливую зернистую и более комковатую структуру.

Количество перегноя в них весьма постепенно убывает с глубиной по профилю почвы, а вместе с перегноем постепенно уменьшается и интенсивность окраски.

В некоторых случаях, например в Западной Сибири, переходный горизонт чернозема имеет неоднородную языковатую, или карманистую, окраску, обусловленную подтеками гумуса из гумусового горизонта в нижележащие горизонты.

Образование языков гумуса в западносибирских черноземах, по данным К. П. Горшенина, объясняется влиянием холодного, резко континентального климата, при котором в зимнее время происходит резкое охлаждение увлажненной осенними дождями почвы, в результате чего в ней образуются трещины. Такие же трещины могут образовываться и летом при сильном высыхании почвы. По этим трещинам в теплое и влажное время года гумус проникает на значительную глубину, образуя указанные языки.

Преобладающей составной частью гумуса в обыкновенных черноземах являются гуминовые кислоты. Что же касается фульвокислот, то они здесь имеют подчиненное значение.

В отличие от оподзоленных и выщелоченных черноземов обыкновенные черноземы не содержат поглощенного водорода. Обыкновенные черноземы насыщены Ca^{++} и Mg^{++} и лишь в отдельных случаях в них встречаются следы поглощенного Na^{+} (табл. 52).

В связи с такой насыщенностью почвенных коллоидов основаниями рН солевой вытяжки обыкновенных черноземов колеблется около 7,0; нейтральная или близкая к ней реакция в поверхностном горизонте с глубиной переходит в слабощелочную.

Состав поглощенных оснований в обыкновенных черноземах из разных областей

Область, автор	Глубина (см)	Содержание (м-экв на 100 г почвы)			
		Ca	Mg	Na	сумма
Саратовская область (Н. И. Усов)	0—8	40,40	5,32	0,68	46,40
	32—40	35,65	4,75	1,00	41,40
	54—57	33,31	4,91	1,00	39,22
	65—71	31,24	5,16	0,75	37,15
Омская область (И. С. Сметанин)	0—8	43,60	7,50	—	51,10
	20—25	39,40	7,20	1,00	47,60
	40—45	28,80	6,00	1,10	35,90
Красноярский край (Н. Д. Градобоев)	0—10	42,2	8,4	—	50,6
	20—25	34,6	8,9	—	43,5
	25—35	32,7	7,1	—	39,8

Обыкновенные черноземы отличаются высокой порозностью, повышенной влагоемкостью и аэрацией, а вместе с тем и значительной водопроницаемостью. Большая скважность в этих почвах обеспечивает быстрое и полное впитывание воды атмосферных осадков, а высокая величина полевой влагоемкости позволяет задерживать в капиллярно подвешенном состоянии большое количество воды. В пределах 1,5-метрового слоя почвы, по данным Н. П. Ремезова, может быть удержано около 500 мм воды.

Наиболее глубокое промачивание этих почв наблюдается весной, осенние осадки проникают на меньшую глубину, чем весенние. В летнее время верхняя часть почвенного профиля почти полностью задерживает все выпадающие атмосферные осадки, которые затем используются растениями для транспирации и синтеза органического вещества.

Южные черноземы. Южные черноземы распространены в южных, наиболее засушливых районах черноземной зоны. Осадков в этой части зоны выпадает в год около 350—400 мм, почвы промачиваются мало.

Растительность развита здесь скуднее и представлена главным образом южными видами ковылей при значительном участии эфемеров. В связи со слабым промачиванием почвы корневая система растений проникает на небольшую глубину.

Производительность растительного покрова в этой подзоне очень невелика, и ежегодно в почву поступает незначительное количество органической массы. Процессы минерализации растительных остатков в более сухих и теплых климатических условиях протекают более энергично. Поэтому содержание гумуса

в южных черноземах значительно меньше по сравнению с другими подтипами черноземов и обычно колеблется от 4 до 6% (табл. 53).

Таблица 53

Содержание гумуса и азота в южном черноземе из разных областей

Область, автор	Глубина (см)	Содержание (процент)	
		гумуса	азота
Украинская ССР (М. М. Годлин)	0—15	5,36	—
	20—25	4,86	—
	50—60	2,35	—
Саратовская область (Н. И. Усов)	0—10	4,87	0,38
	24—34	2,13	0,34
	45—55	1,96	0,17
Омская область (К. П. Горшенин)	0—12	4,70	0,36
	20—30	3,52	0,25
	30—40	2,52	0,21
	40—50	0,91	—
Красноярский край (Н. Д. Градобоев)	0—10	4,73	0,29
	15—20	3,56	0,24
	20—25	2,61	0,20
	50—60	1,33	0,15

Мощность гумусового горизонта южных черноземов небольшая; в западных, более увлажненных районах она достигает 60—70 см, в восточных районах, в частности в Сибири, редко превышает 40 см.

Окраска южных черноземов темно-серая или серая с коричневым оттенком.

Вследствие слабого промачивания карбонаты кальция и магния находятся в пределах гумусового слоя, а в восточных районах иногда и с поверхности. В таких случаях почвы вскипают с поверхности или в верхней части гумусового горизонта.

В связи с этим поглощающий комплекс южных черноземов насыщен главным образом Са и Mg. Нередко в состав поглощенных оснований входит в незначительном количестве и поглощенный Na, сообщающий этим почвам признаки слабой солонцеватости (табл. 54).

Емкость поглощения южных черноземов довольно большая и нередко достигает 30—40 м-эка на 100 г почвы. Реакция водной вытяжки слабощелочная. Структура у них чаще всего комковатая, несколько реже — зернистая.

В отношении водно-воздушных, тепловых и биохимических свойств, а также содержания главнейших питательных элемен-

тов южные черноземы не уступают обыкновенным. Своеобразным представителем южного чернозема является приазовский, или предкавказский чернозем.

Таблица 54

Поглощенные катионы в южных черноземах из разных областей

Область, автор	Глубина (см)	Содержание (м-экв на 100 г почвы)			
		Ca	Mg	Na	сумма
Саратовская область (Н. И. Усов)	0—10	32,59	6,62	0,95	40,16
	24—34	29,80	7,12	1,75	38,67
	45—55	25,85	7,38	2,27	35,50
	72—82	21,01	8,30	1,60	30,91
Омская область (К. П. Горшенин)	0—12	36,0	5,0	1,0	42,0
	20—30	31,0	8,5	2,0	41,5
	30—40	27,3	7,4	3,5	38,2
Красноярский край (Н. Д. Градобоев)	0—10	22,3	6,6	1,0	29,9
	15—20	20,5	6,9	1,5	28,9
	20—25	17,4	7,1	2,3	26,8

Приазовские, или предкавказские черноземы, впервые изученные и описанные акад. Л. И. Прасоловым, залегают к востоку от Азовского моря, простираясь вплоть до предгорий Кавказа. Эти черноземы отличаются сильно развитым перегнойным горизонтом, мощность которого достигает 1,5—1,8 м и более. Содержание перегноя сравнительно небольшое — 4—6%. Вследствие незначительного количества перегноя данные подтипы чернозема имеют бурую или темно-серую окраску.

Вскипание углекислой извести обнаруживается с самой поверхности почвы или на незначительной глубине. Обладают хорошо выраженной крупнозернистой структурой. Реакция почвенного раствора слабощелочная.

Обладая мощным гумусовым горизонтом, а следовательно, и большим содержанием органического вещества, приазовские или предкавказские черноземы отличаются высокой производительностью. В этом отношении они почти не уступают другим группам черноземных почв.

Особенности других подтипов черноземов. Наряду с описанными выше почвами в черноземной зоне встречаются лугово-черноземные почвы, карбонатные черноземы, солонцеватые черноземы и осолоделые черноземы.

Лугово-черноземные почвы развиваются в тех местах черноземной зоны, где почвообразование протекает при участии грунтовых вод, залегающих на глубине 3—5 м. Они встречаются главным образом на плоских, широких, слабодренированных водоразделах Окско-Донской низменности и на

широких надпойменных левобережных террасах Днепра и Волги. Весьма широкое распространение имеют лугово-черноземные почвы в Западносибирской низменности.

Развиваясь при участии грунтовых вод, лугово-черноземные почвы в нижней части профиля обычно имеют признаки восстановительных процессов в виде ржавых и сизоватых пятен оглеения. Они отличаются более высоким содержанием гумуса, достигающим иногда 14—18%.

Вследствие периодического капиллярного подтягивания почвенного раствора к поверхности во всех горизонтах лугово-черноземных почв могут появляться в небольшом количестве легко растворимые соли, которые сообщают почве признаки солончаковости, солонцеватости и осолодения.

Карбонатные черноземы — это черноземы, вскипающие с поверхности и содержащие значительное количество карбонатов по всему профилю.

Различают первично-карбонатные и вторично-карбонатные черноземы.

Первично-карбонатные черноземы не имеют большого распространения и встречаются в виде отдельных пятен, приуроченных к выходам третичных карбонатных глин, известняков, известковистых песчаников, мергелей и их элювия.

Таким образом, первично-карбонатные черноземы представляют собой почвы, обогащенные карбонатами благодаря сильно-карбонатной почвообразующей породе.

Вторично-карбонатные черноземы развиваются в условиях слабодренированной равнины, где в жаркое время года возможно возникновение восходящих токов почвенных растворов и обогащение карбонатами верхних горизонтов.

По содержанию перегноя карбонатные черноземы могут быть тучными, среднегумусными и малогумусными.

Первично-карбонатные черноземы встречаются в западных областях Украины, на Приволжской возвышенности, в Высоком Заволжье, вторично-карбонатные — в равнинном Предкавказье и в Северном Казахстане.

Солонцеватые черноземы представляют собой почвы, в поглощающем комплексе которых содержится более 5% от суммы обменных оснований поглощенного натрия. Они отличаются непрочной структурой горизонта А, сильным уплотнением, комковатостью и глыбистостью горизонта В, слабощелочной реакцией, способностью к заплыванию и образованию корки.

Солонцеватые черноземы обладают менее благоприятными водно-воздушными свойствами и в связи с этим несколько меньшей производительностью. Они обычно встречаются небольшими пятнами, приурочиваясь главным образом к небольшим микро-рельефным западинам, или подам. Значительное распространение имеют в Западносибирской низменности.

Осолоделые черноземы образуются из солонцеватых черноземов в результате процесса выщелачивания и осолодения. По морфологическим признакам они в некоторой степени напоминают выщелоченные, или оподзоленные, черноземы, обладая ореховатой структурой переходного горизонта и обнаруживая пятна кремнезема в нижней части горизонта А.

В поглощающем комплексе этих почв содержится поглощенный натрий и незначительное количество поглощенного водорода. В связи с этим реакция почвенного раствора в поверхностных горизонтах слабокислая, а в нижних — щелочная. Для них характерно также формирование иллювиального горизонта. Осолоделые черноземы чаще всего встречаются в Западной Сибири.

Таковы в основных чертах те существенные особенности, которыми характеризуются отдельные почвенные подтипы черноземного типа почв.

К сказанному следует добавить, что среди черноземных почв отдельными небольшими пятнами встречаются солончаки, солонцы и солоды. Особенно широко распространены эти почвенные образования в Западносибирской низменности. Но поскольку эти почвы более обстоятельно рассматриваются несколько ниже, то здесь мы на них останавливаться не будем.

Все рассмотренные выше подтипы черноземов в свою очередь подразделяются по механическому составу на глинистые, тяжелосуглинистые, суглинистые, легко-суглинистые и супесчаные. Наиболее распространенными из них являются суглинистые и легкосуглинистые черноземы.

ВАЖНЕЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЧЕРНОЗЕМОВ

Черноземные почвы отличаются весьма высоким плодородием, и в этом отношении они являются лучшими почвами в нашей стране. Благодаря высокой производительности черноземные почвы в настоящее время почти полностью распаханы.

В черноземной зоне возделываются ценнейшие культуры — пшеница, сахарная свекла, кукуруза, ячмень, просо, подсолнечник, всевозможные овощи, а также плодовые культуры. При правильном уходе эти культуры на черноземах дают самые высокие урожаи. Тем не менее, несмотря на большое богатство черноземных почв питательными веществами и на благоприятные химические и физические их свойства, в черноземно-степной полосе довольно часто наблюдаются недороды, а иногда и гибель тех или иных сельскохозяйственных культур.

Основной причиной, влияющей на снижение урожаев в области степи, является недостаток влаги в почве, губительное действие пыльных бурь и суховеев и периодические засухи.

Поэтому в комплексе агромероприятий, направленных на создание высоких и устойчивых урожаев в черноземной зоне, первостепенное значение имеет борьба за влагу.

Мероприятия по накоплению и сохранению влаги в почве весьма разнообразны. Большое значение в этом отношении приобретают прежде всего полезащитные лесонасаждения, восстановление структуры почвы на выпаханных участках, глубокая зяблевая вспашка с предварительным лущением жнивья, всемерное уничтожение сорняков, в сильной степени иссушающих почву, задержание и накопление тем или иным путем в зимний период снега на полях с целью насыщения почвы талыми водами и предохранения озимых культур от вымерзания.

В этом комплексе агромероприятий по борьбе за влагу в почве весьма значительна роль полезащитных насаждений.

Лесные насаждения способствуют накоплению и равномерному распределению снега на полях, постепенному его таянию весной и полному впитыванию талых вод в почву. Они уменьшают силу ветров и тем самым сокращают губительное действие суховеев и развитие ветровой эрозии. Посаженные по определенной системе полезащитные лесные полосы сводят к минимуму поверхностный сток атмосферных осадков и прекращают процессы оврагообразования, смыва почвы и выдувания посевов во время пыльных бурь.

Почва на облесенной территории всегда впитывает несравненно большее количество атмосферных осадков, поэтому лесные полосы, окаймляющие поля колхозов и совхозов, способны создавать запасы подземных вод и поднимать их уровень как непосредственно под насаждениями, так и в межполосных пространствах.

Между лесными полосами влажность приземного воздуха всегда выше, чем в открытой степи, что значительно улучшает условия произрастания сельскохозяйственных культур. В условиях облесенной местности растения заметно снижают расход влаги на образование единицы урожая, т. е. понижают транспирационный коэффициент и делают этот расход воды более продуктивным.

Наряду с полезащитными лесными полосами огромное значение для создания благоприятного водного режима почв имеет развитие орошения на базе использования вод местного стока путем строительства ирригационных сооружений, а также создания прудов и водоемов в естественных ложбинах, у истоков рек, в верховьях балок и оврагов и в других естественных понижениях.

Широкое и планомерное осуществление в степной и лесостепной зонах посадки полезащитных лесных полос и строительства гидротехнических сооружений для целей орошения в полном комплексе с другими агромероприятиями правильной

системы земледелия является могучим средством создания благоприятного водного режима почв, победы над засухой и завоевания высоких и устойчивых урожаев независимо от погодных условий.

Большую роль в повышении урожайности играет глубокая вспашка под зерновые и особенно под сахарную свеклу и кукурузу. Глубокая вспашка способствует лучшему сбережению влаги в почве и накоплению в большем количестве растворимых питательных веществ для растений. Вместе с тем глубокая вспашка является надежным средством борьбы с сорняками.

Отмечая всю важность мероприятий по накоплению и сбережению влаги в почве, отнюдь не следует упускать из виду и мероприятия в отношении повышения плодородия черноземных почв путем применения удобрений.

Неправильно думать, что черноземные почвы настолько богаты питательными веществами, что не нуждаются в удобрениях. Это глубокое заблуждение. Любая почва не может без конца давать хорошие урожаи, если не поддерживать ее плодородия, не вносить органических и минеральных удобрений.

Черноземные старопашотные почвы, как показывают многочисленные опыты, хорошо отзываются на вносимые удобрения, в первую очередь на фосфорнокислые.

Это объясняется, с одной стороны, тем, что на протяжении столетий фосфатный фонд почв вследствие хищнического их использования непрерывно истощался, а с другой стороны, тем, что значительная часть имеющегося в почве фосфора находится в недоступной для растений форме. Помимо фосфора, большую эффективность проявляют на черноземных почвах также азотные и калийные удобрения. Само собой понятно, что внесение в почву тех или иных минеральных удобрений должно увязываться в каждом конкретном случае с особенностями почв и с требованием самой культуры, под которую предназначено удобрение.

Большое значение приобретают здесь также органические удобрения как средство обогащения почв перегноем, улучшения структуры, а вместе с тем и физических и биохимических свойств. Как бы ни были богаты черноземы перегноем, но их органическое вещество под влиянием культуры в той или иной степени разрушается, а в связи с этим, следовательно, снижается и их производительность.

Поэтому периодическое внесение в почву органических удобрений в виде навоза, компостов и т. д. является совершенно необходимым условием для поддержания плодородия черноземных почв на высоком уровне.

ГЛАВА XVII

СОЛОНЧАКИ, СОЛОНЦЫ, СОЛОДИ

ХАРАКТЕР РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ И СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ

В соответствующих зонах пустынных степей, каштановых почв, черноземов, а также серых лесостепных почв значительное распространение имеют солончаки, солонцы и солоды. Они не образуют самостоятельной почвенной зоны, а залегают интразонально в комплексе с другими почвами. Тем не менее общая площадь, занимаемая солончаками, солонцами и солодами, очень велика и, по подсчетам акад. Л. И. Прасолова, составляет около 10% всей территории нашей страны.

Солончаки наибольшее распространение имеют главным образом в зоне сероземов, в обширных бессточных Туранской и Прикаспийской низменностях.

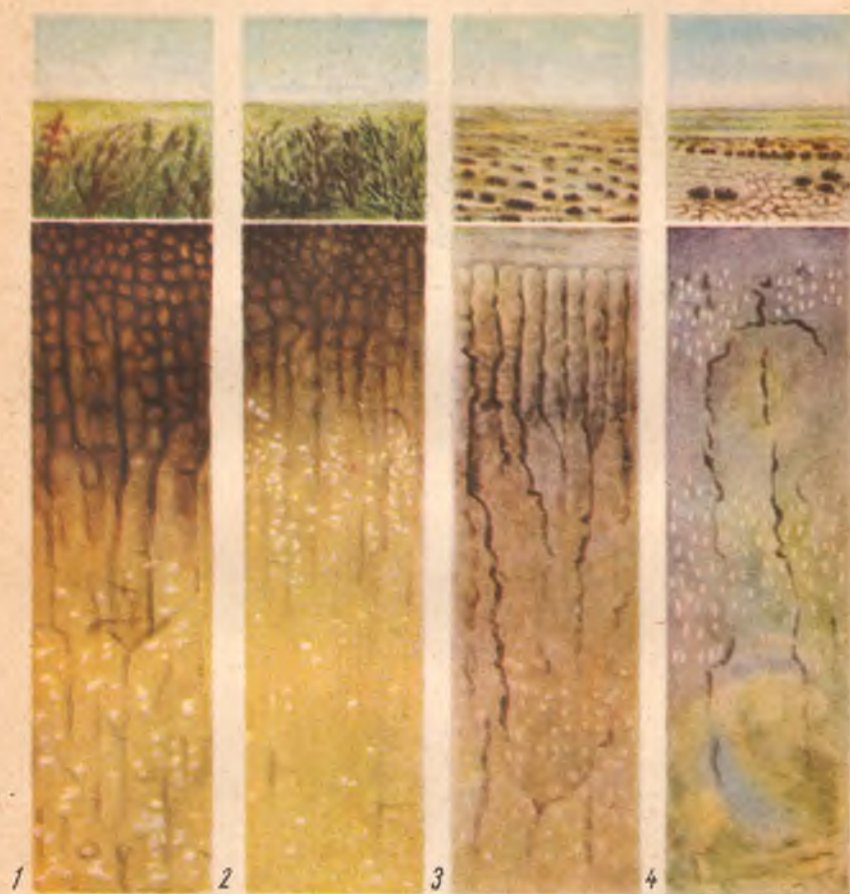
Солонцы занимают наибольшие площади в зоне каштановых и бурых почв, в черноземной зоне и отчасти в сероземной зоне; особенно часты и значительны их массивы в северной части Крыма, на побережье Азовского моря и в бассейне Маныча, на нижней Волге, в Северном Казахстане и в западносибирской степи.

Солоды в основном распространены в лесостепной зоне, затем в зоне каштановых почв и частично в подзоне бурых почв.

Начало изучения засоленных и солонцовых почв в России уходит к середине 90-х годов прошлого столетия. Но наибольший размах эти исследования получили в нашей стране уже после Октябрьской социалистической революции.

СОЛОНЧАКИ

Образование и свойства солончаков. Солончаками, или засоленными почвами, называются такие почвы, которые содержат различные легко растворимые соли в количестве, явно вредном для нормального развития культурных растений.



Т а б л и ц а III. 1 — каштановая почва, 2 — бурая пустынно-степная почва, 3 — солонец, 4 — солончак.



Т а б л и ц а IV. 1 — серозем, 2 — желтозем, 3 — краснозем, 4 — аллювиально-дерновая почва.

Практически к солончакам относятся почвы с содержанием растворимых солей более 1%.

О количестве солей и их распределении по профилю солончака наглядное представление могут дать аналитические данные, приведенные в табл. 55.

Таблица 55

Состав водной вытяжки из солончака Голодной степи
(по Н. А. Димо)

Глубина (см)	Остаток		Содержание (процент от сухой почвы)			
	сухой	прокаленный	CaO	MgO	Cl	SO ₄
0—3	14,244	13,536	0,316	0,339	2,171	3,685
3—8	5,116	4,820	0,274	0,102	0,795	2,002
15—20	2,728	2,512	0,290	0,064	0,375	1,099
45—55	2,696	2,520	0,292	0,090	0,362	1,175
60—70	2,214	2,038	0,294	0,066	0,162	1,047
75—85	1,320	1,212	0,328	0,018	0,055	0,643
100—110	1,332	1,196	0,330	0,047	0,063	0,640
125—135	1,338	1,192	0,318	0,048	0,055	0,649

Эти данные показывают, что солончак в отличие от других почв характеризуется весьма высоким содержанием воднорастворимых веществ, основная масса которых состоит исключительно из минеральных соединений. При этом максимальное содержание легко растворимых солей приходится на самые поверхностные горизонты почвы, с глубиной количество солей уменьшается.

Развитие солончаков приурочено преимущественно к низинам, приозерным террасам, днищам сухих озер, приморским низменностям, понижениям рельефа в оазисах и т. д. Наиболее крупные районы накопления солей, названные проф. В. А. Ковда провинциями соленакопления, расположены в больших материковых впадинах: Приднепровской, Прикаспийской и Куринской низменностях, в южной части Западносибирской низменности, в Туранской и Центрально-Якутской низменностях, а также в долинах р. Сыр-Дарьи, Аму-Дарьи, Терека, Чу, Или и др.

Образование солончаков в условиях сухой степи и выпотного типа водного режима, где величина испарения превышает сумму атмосферных осадков, может происходить самыми различными способами. Прежде всего причиной высокого содержания легко растворимых солей в почве может являться сама почвообразующая порода, богатая солями. Такого рода соленосные породы довольно часто встречаются на территории Средней Азии, бывшей некогда морским дном.

По некоторым данным (А. Н. Соколовский, В. А. Ковда), источником засоления почв в условиях резкого преобладания испарения над выпадением осадков могут служить подземные месторождения каменной соли — соляные купола и штоки, которые обнаружены почти во всех областях распространения засоленных почв: на Прикаспийской, Туранской и Днепровско-Донецкой низменностях, в долинах р. Аракса, в Заволжье, в Лено-Вилуйской впадине, в устье р. Анабар и на полуострове Таймыр.

Подходя к дневной поверхности и во многих случаях образуя открытые соляные купола, соляные месторождения играют существенную роль в процессах миграции и накопления солей в почвах. Солончаки могут возникать и на месте высохших соленых озер, как например в Ташаузской, Чарджоуской и других областях Туркменистана. Засоление почвы может происходить и в результате деятельности ветров, захватывающих соленую пыль морских побережий и переносящих ее на огромные расстояния вглубь материка.

И действительно, многими исследованиями установлено, что в земной атмосфере во взвешенном состоянии находится значительное количество тончайшей пыли, в состав которой входят

Содержание и состав золы растений солонча
(по В. А.

Группа растений	Содержание зольных веществ (процент)	Содержание (процент)		
		Cl	SO ₄	SiO ₂
Солянки:				
мясистые	40—55	15—17 (30—48)	10—25	0,06—0,4 (1—3)
полусухие	20—30	4—15 (30)	3—15 (26—36)	2—4 (10)
Ксерофиты пустыни и др.	10—20	3,5—9	4—11 (18—22)	1,5—5 (21—62)
Злаки, бобовые и другие растения слабо засоленных степных почв	10	4—8	4—8 (15—30)	19 (50—75)

мельчайшие кристаллики легко растворимых солей. Содержание солей в атмосфере заметно повышается во время катастрофических бурь и регулярно дующих ветров, способных вздымать большие массы земليстых частиц и транспортировать их на расстояние нескольких тысяч километров.

Перемещение солей ветром в виде твердой пыли или с атмосферными осадками получило название и м п у л ь в е р и з а ц и и с о л е й.

Существенным источником пополнения солей в атмосфере являются соленые озера и моря, с поверхности которых во время бурь неизбежно вовлекаются в атмосферу водяные частицы вместе с растворенными в них солями. Работа ветров в этом отношении является особенно ощутимой в районах Аральской и Каспийской низменностей.

Так, например, анализы атмосферных осадков, собранных на метеорологических станциях Эльтона, Баскунчака, Новоузенска и других, показывают, что в среднем на 1 га суши ежегодно выпадает с атмосферной пылью до 475 кг солей.

Накопление солей в почве по низинам и речным долинам может происходить также вследствие вымывания и переноса атмосферными осадками солей с повышенных участков на пониженные. Солончаки такого происхождения нередко встречаются по западинам и «блюдцам» среди равнинных пространств зоны каштановых и бурых почв.

Накопление в почвах избыточного количества легко растворимых солей в условиях сухих степей может в известной степени происходить и под влиянием различных галофитов, т. е. специфической растительности, отличающейся большим потреблением солей из почвы (табл. 56).

Таблица 56

ков, солонцов и слабо засоленных степных почв
Ковда)

от суммы) зольных веществ

P_2O_5	Na	K	Mg	Ca
0,06—0,04 (1—3) 1—4 (7)	22—30 12—26	1—3 2—8 (14)	0,3—2 2—3	0,03—1 (1—3) 3—6 (11—22)
11—13	4—9 (30—65)	4—12	0,5—1,5	4—12 (15—23)
6—15 (28)	1—5 (10—20)	6—13 (15—18)	2,5—4,5	10—15 (20)

Сюда относятся различного рода солянки, в числе которых встречаются виды, содержащие до 40—55% от сухого веса растений легко растворимых солей, затем кохии, камфоросмы, полыни и многие другие.

Наибольшую роль в этом отношении играют мясистые, или мокрые, солянки — типичные галофиты, произрастающие на влажных солончаках с близкими грунтовыми водами, и галофиты полусухие, свойственные сухим солончакам и сильно

засоленным почвам с более глубокими грунтовыми водами. После отмирания и минерализации этой растительности образуются легко растворимые соли, которые, скопляясь из года в год в почве, вызывают постепенное засоление местности.

Однако наиболее широко распространенным и главным путем образования солончаков в области сухой степи является обогащение почвы солями, растворимыми в грунтовой воде.



Рис. 14. Солянки на солончаке (Узбекская ССР).

Грунтовые воды описываемой области в большинстве случаев содержат значительное количество растворенных солей и притом местами залегают на небольшой глубине.

В результате капиллярного поднятия грунтовых вод и сильного их испарения поверхностные горизонты почвы все в большей и большей степени обогащаются солями и незасоленные почвы постепенно превращаются в солончаки.

При этом вовсе необязательно, чтобы легко растворимые соли были в избытке в грунтовой воде или в почвообразующей породе. В условиях сухой степи даже слабые концентрации солей в грунтовой воде при длительном процессе восходящего движения растворов приводят к засолению.

Согласно многим исследованиям, химический состав грунтовых вод тесно связан с общими природными условиями и обнаруживает ясно выраженную зональность, что наглядно видно из данных табл. 57.

Накопление солей в водах и засоленных почвах различных природных зон
(по В. А. Ковда)

Зона	Наивысшая минерализация воды (мг/л)			Максимальное количество легко растворимых солей в верхних горизонтах солончаков (процент)	Характерные соли в солончаках
	реки	грунтовые воды	соленые озера		
Пустыня	20—90	200—220	350—450	15—25	NaCl, NaNO ₃ , MgCl ₂ , MgSO ₄ .
Сухая степь . .	10—30	100—150	300—350	5—8	NaCl, Na ₂ SO ₄ , CaSO ₄ , MgSO ₄ .
Степь	3—7	50—100	100—250	2—3	Na ₂ SO ₄ , NaCl, Na ₂ CO ₃ .
Лесостепь . . .	0,5—1,0	1—3	10—100	0,5—1,0]	Na ₂ CO ₃ , Na ₂ SO ₄ , Na ₂ SiO ₃ .

Как видно из этой таблицы, наивысшая минерализация грунтовых вод обнаруживается в зоне наибольшего засоления почв; по мере же продвижения к северу, в область лесостепи, содержание солей в грунтовой воде резко снижается.

Глубина, с которой грунтовые воды могут засаливать поверхность почвы, называется критическим уровнем грунтовых вод и определяется она сухостью климата, механическим составом грунта и его строением. При этом чем тяжелее и монолитнее почвы, тем относительно выше поднимаются засаливающие поверхность растворы грунтовых вод.

Как установлено опытами, практическим пределом капиллярного поднятия солей от поверхности грунтовых вод в условиях Заволжья и Западной Сибири являются 7—9 м. Обычно же глубина засаливающей поверхности грунтовой воды равна 1,5—2,0—3,0 м.

Таковы в основных чертах главнейшие естественные пути развития солончаков в природе. Но засоление почвы может происходить и при неправильном искусственном орошении полей. Такого рода почвы, засоленные в результате орошения, называются вторично засоленными, или искусственными, солончаками.

Вторичное засоление возникает главным образом вследствие бессистемного и чрезмерного полива орошаемых полей.

При этом возможны различные случаи засоления почв. В одном случае в избытке напускаемая на поля вода может поднять общий уровень грунтовых вод и тем самым вызвать капиллярное их поднятие к поверхности почв; в другом — орошаемые воды, опускаясь до соленосных горизонтов, после прекращения

полива в силу сильного испарения могут подниматься обратно по капиллярам и выносить соли из глубоких слоев в верхние горизонты почвы.

Такого рода перераспределение солей возможно тогда, когда соленосные горизонты оказываются менее водопроницаемы. В таких случаях избыточная поливная вода может временно задерживаться в соленосном слое и являться источником капиллярных солевых токов к поверхности почвы. Наконец, возможны редкие случаи засоления почв и непосредственно за счет оросительных вод, содержащих то или иное количество растворенных солей.

Такого рода искусственные солончаки нередко встречаются в Голодной степи, на Мугани и в других районах, где в широко поставленной практике орошения допускались в прошлом нарушения рациональных правил полива.

Поэтому борьба с причинами, вызывающими вторичное засоление, в практике орошаемого земледелия приобретает весьма важное значение.

Для правильного решения всех вопросов предупреждения подъема грунтовых вод и вторичного засоления почв на орошаемых землях необходимо проводить всю совокупность агрономических и агро-лесомелиоративных мероприятий.

Здесь необходимо отметить прежде всего введение правильного водопользования и соблюдение поливных норм, а также устранение потерь воды через фильтрацию путем уплотнения грунта в постоянной оросительной сети; применение севооборотов с культурой люцерны; создание лесных насаждений вдоль постоянной оросительной сети с целью уменьшения поверхностного испарения и увеличения расхода просачивающейся воды через транспирацию растений; правильную и своевременную обработку почвы; промывку почвы от солей в осенне-зимний период и устройство дренажной сети для отвода излишков грунтовых вод и понижения их уровня.

Опыт наших старых районов орошения показывает, что при правильном режиме полива и осуществлении всех звеньев агротехники и агро-лесомелиорации полностью исключается возможность вторичного засоления и вместе с тем создаются необходимые условия для возрастающего плодородия почв и непрерывного роста урожаев сельскохозяйственных растений.

Химический состав солей в солончаках. Состав воднорастворимых солей в засоленных почвах может быть весьма разнообразным, но в большинстве случаев эти соли представляют комбинации всего лишь трех катионов — Na^+ , Mg^{++} и Ca^{++} и четырех анионов — Cl^- , SO_4^{--} , CO_3^{--} и HCO_3^- . Очевидно, что из них возможно образование следующих солей: NaCl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , NaHCO_3 , MgCl_2 , MgSO_4 , MgCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaCl_2 , CaCO_3 , CaSO_4 и $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Гораздо реже встречаются в природе так называемые нитратные солончаки с содержанием KNO_3 и NaNO_3 с примесью NaCl , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, MgCl_2 , MgSO_4 и прочих солей. Незначительные участки этих солончаков приурочены обычно к древним городам, крепостям, караван-сараям и другим древним поселениям, находившимся на территории Туркменской, Узбекской и Таджикской ССР.

Следует отметить, что многие из перечисленных солей не являются непосредственно необходимыми для произрастания растений; некоторые же из них, даже в весьма малых концентрациях, оказываются губительными.

Рядом исследований в этом отношении установлено, что вредное влияние хлористых и сернокислых солей на урожай начинается уже при наличии 0,1% этих солей от веса сухой почвы; при содержании же их около 0,3—0,5% культурная растительность обычно не развивается.

Явление вредного действия солей на растение оказывается весьма сложным и зависит как от токсических (ядовитых) свойств и особенностей каждой соли в отдельности, так и от токсических свойств, получающихся в результате взаимодействия солей. При этом самыми вредными солями среди всех солей, встречающихся в засоленных почвах, являются нормальная, или средняя, сода (Na_2CO_3) и сода двууглекислая (NaHCO_3).

Опытами установлено, что максимально допустимым пределом содержания соды в почве является всего лишь 0,005%. При более высоком содержании соды в почве растения погибают. Далее, по степени токсичности идут NaCl , MgCl_2 , в которых ион хлора (Cl) является крайне вредным для растений. Такие соли, как CaCO_3 и CaSO_4 , можно считать практически безвредными, поскольку развитие растений, как установлено многими наблюдениями, идет хорошо даже на сильно карбонатных и гипсовых почвах.

Скопление воднорастворимых солей в почвах в зависимости от природных условий чрезвычайно варьирует, но нередко оно достигает значительных количеств, доходя в верхних горизонтах до 3—5%, а иногда до 30 и даже 50% от общего веса сухой почвы.

Классификация солончаков. Все существующие в природе солончаки принято подразделять на группы по характеру анионов и катионов их солей, а также по наружным, или морфологическим, признакам.

По анионам преобладающих солей различают следующие виды солончаков: хлоридные, когда в составе солей в наибольшем количестве содержатся хлористые соли тех или иных металлов, а практически главным образом NaCl ; сульфатные, когда преобладают сернокислые и среди них главным образом Na_2SO_4 ; карбонатные, когда в составе солей

преобладают карбонаты — CaCO_3 , и содовые, засоленные Na_2CO_3 .

Для иллюстрации к сказанному приведем несколько аналитических данных типичных солончаков (табл. 58).

Таблица 58

Хлоридный солончак (совхоз Пахта-Арал, Средняя Азия)

(по В. А. Ковда)

Глубина (см)	Содержание (процент на 100 г сухой почвы)								
	плотный остаток	HCO_3	Cl	SO_4	NO_3	Ca	Mg	K	Na по раз- ности
0—2	13,62	0,06	3,48	1,98	0,009	0,44	0,55	0,09	1,60
2—10	1,48	0,02	0,25	0,71	0,004	0,19	0,07	0,01	0,15
10—25	1,30	0,03	0,21	0,61	0,003	0,15	0,06	0,007	0,15
25—40	1,29	0,03	0,25	0,68	0,005	0,07	0,05	0,005	0,30
60—80	0,39	0,03	0,07	0,17	следы	0,02	0,02	Нет	0,08
100—120	0,55	0,03	0,15	0,19	0,002	0,02	0,03	»	0,12
160—180	0,29	0,03	0,04	0,13	0,002	0,02	0,01	»	0,05
210—230	0,20	0,03	0,02	0,10	нет	0,02	0,02	»	0,01
260—280	0,17	0,03	0,02	0,08	»	0,01	0,01	»	0,01
330—350	0,14	0,03	0,02	0,05	»	0,01	0,01	»	0,01
400—420	0,15	0,03	0,02	0,06	»	0,01	0,01	»	0,01
475—500	0,39	0,03	0,02	0,23	»	0,06	0,01	»	0,04

Из приведенных анализов видно, что в состав данного солончака входят самые разнообразные соли, однако же резкое преобладание в поверхностном слое имеют хлориды. Это явное преобладание хлоридов в солевом профиле и является характерным для хлоридного солончака.

Таблица 59

Сульфатный солончак (опытное поле Федченко, Средняя Азия)

(по В. А. Ковда)

Глубина (см)	Содержание (процент на 100 г сухой почвы)								
	сухой остаток	HCO_3	Cl	SO_4	NO_3	Ca	Mg	K	Na по разности
0—2	10,36	0,12	0,39	6,34	0,050	0,22	1,15	0,17	0,79
2—12	1,73	0,08	0,01	1,09	0,003	0,25	0,11	0,04	0,03
12—22	1,95	0,08	0,02	1,19	0,003	0,24	0,14	0,04	0,04
22—30	1,75	0,08	0,01	1,07	0,002	0,22	0,12	0,03	0,05
30—38	1,68	0,07	0,01	1,05	0,002	0,22	0,10	0,03	0,06
38—50	1,46	0,07	0,01	0,94	0,001	0,22	0,08	0,03	0,04
50—60	1,43	0,08	0,01	0,90	0,001	0,20	0,09	0,03	0,02
70—80	1,40	0,09	0,01	0,89	Следы	0,18	0,11	0,03	0,02
90—100	1,27	0,08	0,007	0,83	»	0,21	0,07	0,02	0,03

Рассмотрим химический состав сульфатного солончака (табл. 59).

В этом разрезе, в отличие от предыдущего, явное преобладание имеют сульфаты; следовательно, почва является сульфатным солончаком.

Примером содового солончака может служить следующий разрез (табл. 60).

Таблица 60

Содовый солончак
(по Л. П. Розову)

Глубина (см)	Содержание (процент к сухой почве)		
	CO ₂	Cl	Ca
0—12	0,0253	0,0248	Следы
12—24	0,0116	0,0256	»
24—36	0,0143	0,0227	»
36—48	0,0110	0,0250	»

В данном солончаке сода показана CO₂, общее количество которого в верхнем горизонте превышает содержание хлора.

Таким образом, эта почва должна быть отнесена к группе содовых солончаков.

Следует отметить, что в природе очень часто многие солончаки являются смешанными и содержат такую смесь солей, которая не позволяет относить их к категории чисто хлоридных или чисто сульфатных.

В таких случаях их называют хлоридно-сульфатными, или сульфатно-хлоридными, или сульфатно-содовыми. При этом первая часть двойного названия солончака означает существенную примесь к преобладающей соли, обозначающейся вторым словом. Так, например, в хлоридно-сульфатном солончаке господствующей солью являются сульфаты, в сульфатно-хлоридном преобладают хлориды.

В этом отношении все солончаки можно разделить на следующие группы: хлоридные — хлора больше 40% в плотном остатке; сульфатные — хлора меньше 10%; хлоридно-сульфатные — хлора 10—25%; сульфатно-хлоридные — хлора 25—40% в плотном остатке.

Выше уже указывалось, что различные соли обладают различной токсичностью по отношению к растениям. Поэтому при изучении почв в природе и лаборатории правильное установление категории солончаков по анионам их солей имеет большое агрономическое значение.

Помимо анионов, в основу классификации солончаков берут еще катионы их солей.

По этому признаку различают натровые, магниевые и кальциевые солончаки. В первых преобладают катионы Na, во вторых — Mg и в третьих — Ca.

Между типичными солончаками и незасоленными почвами в природе встречаются переходные, или промежуточные, почвы с самым разнообразным содержанием солей.

По степени засоленности все почвы подразделяются на незасоленные, слабо засоленные, средне засоленные, сильно засоленные и солончаки. В основу этой классификации положены как общее содержание солей (плотный остаток водной вытяжки), так и содержание хлора и серной кислоты и общей щелочности (табл. 61).

Таблица 61

Группировка почв по степени засоления

(по Н. П. Карпинскому, Н. К. Баяло, В. А. Францессону, А. И. Ляхову)

Разновидности почв	Содержание (процент от абсолютно сухой почвы)			
	плотный остаток	Cl	SO ₄	HCO ₃

Для хлоридного и хлоридно-сульфатного засоления

Незасоленные	<0,3	<0,01	—	—
Слабо засоленные	0,3—0,5	0,01—0,05	—	—
Средне засоленные	0,5—1,0	0,05—0,10	—	—
Сильно засоленные	1,0—2,0	0,1—0,2	—	—
Солончаки	>2,0	>0,2	—	—

Для сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления

Незасоленные	<0,3	<0,01	<0,10	—
Слабо засоленные	0,3—1,0	0,01	0,10—0,40	—
Средне засоленные	1,0—2,0	0,05	0,40—0,60	—
Сильно засоленные	2,0—3,0	0,10	0,60—0,80	—
Солончаки	>2,0	—	>0,80	—

Для содового и смешанного засоления (по Н. В. Орловскому)

Незасоленные	<0,2	0,01	0,02	<0,06
Слабо засоленные	0,2—0,5	0,01	0,05—0,1	0,1—0,2
Средне засоленные	0,5	0,01	0,2	0,2—0,3
Сильно засоленные	0,5—0,7	0,02	0,2	0,3—0,4
Солончаки	0,7—1,0	0,02	0,2	>0,4

Агрономическая ценность почв находится в обратной зависимости от степени засоления: чем меньше засолена почва, тем выше ее качество и наоборот.

Поэтому в вышеприведенной классификации лучшими будут незасоленные и слабо засоленные разновидности и худшими — сильно засоленные и солончаки. Последние при их использовании в сельскохозяйственном производстве требуют специальной мелиорации.

По данным исследований В. А. Ковда, в преобладании и географическом распространении тех или иных солончаков в природе наблюдается известная закономерность. Так, например, хлоридные солончаки распространены преимущественно в Прикаспийской низменности; сульфатно-хлоридные солончаки преобладают в Туранской и Причерноморской низменностях; хлоридно-сульфатные солончаки характерны для южной части сырового Заволжья, Зауралья, к востоку от Прикаспийской низменности, Казахской складчатой страны и некоторых районов Туранской низменности (Ферганы, низовьев Зеравшана, дельты Аму-Дарьи); сульфатно-содовые солончаки наиболее широко распространены в Приднепровье, Западносибирской низменности, в Амурской и Лено-Вилуйской низине.

Состав солей находит свое непосредственное отражение в морфологических свойствах засоленных почв.

В этом отношении солончаки подразделяются на пухлые, мокрые, черные, луговые или карбонатно-кальциевые солончаки и «соры», или «шоры».

Развитие пухлых солончаков чаще всего бывает приурочено к сухим, несколько повышенным участкам земли.

Эта группа солончаков характеризуется тем, что поверхностный их горизонт мощностью около 5—7 см представляет совершенно сухую, рыхлую, пылеватую массу, в которой тонет нога при ходьбе. Образование такого горизонта обязано присутствию большого количества главным образом сернокислого натрия, который, кристаллизуясь с большим количеством воды (в форме $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), во-первых, иссушает почву, а во-вторых, механически ее разрыхляет. Таким образом, пухлые солончаки — это по преимуществу солончаки сульфатные.

Мокрые солончаки внешне отличаются от пухлых тем, что у них нет верхнего рыхлого слоя. Наоборот, поверхность их обычно связанная, сырая, часто темного цвета. В очень сухие периоды года на поверхности образуется плотная, хрустящая под ногами корка солей мощностью около 2—4 см. Такой характер поверхности почвы часто указывает на присутствие в составе солей хлористого кальция (CaCl_2) или магниевых солей (MgCl_2 и MgSO_4).

Эта особенность мокрых солончаков объясняется тем, что заключенные в них соли обладают весьма большой гигроскопичностью, благодаря чему они и поддерживают почву во влажном состоянии, придавая ей вместе с тем несколько темноватую окраску.

Черные солончаки по внешнему виду напоминают мокрые солончаки, но отличаются от них резко выраженной темной окраской поверхности. После дождей или полива на таких солончаках стоят лужи темной жидкости, которая совсем не впитывается в почву, а исчезает лишь в результате испарения.

Эти особенности черных солончаков обусловлены присутствием здесь соды (Na_2CO_3), которая диспергирует перегной и сообщает раствору темный цвет.

Вместе с тем сода также резко диспергирует минеральную часть почвы и делает ее слабоводопроницаемой. В связи с этим черные солончаки в известной мере являются синонимом содовых солончаков.

Луговые, или карбонатно-кальциевые, солончаки развиваются под луговой растительностью в условиях близкого залегания минерализованных карбонатных грунтовых вод. Они резко отличаются от других солончаков по многим признакам и главным образом обогащенностью их углекислым кальцием и отчасти углекислым магнием.

Для примера приводим содержание карбонатов в лугово-карбонатных почвах Омской области (по К. П. Горшенину):

Глубина взятия образца (см.)	CaCO_3 (процент)	Глубина взятия образца (см.)	CaCO_3 (процент)
0—10	10,32	60—65	10,54
20—25	5,73	80—85	13,71
40—45	5,21	110—115	15,92

Развиваясь под травянистой растительностью в условиях достаточного увлажнения, эти почвы содержат в себе до 6—8% перегной, много азота и вместе с тем недостаточное количество фосфора и калия.

Луговые карбонатно-кальциевые солончаки широко распространены в северной лесостепи Западносибирской низменности и используются в качестве сенокосных угодий и под посев различных сельскохозяйственных культур.

Наконец, следует отметить, что в Средней Азии среди солончаков часто встречаются так называемые соры, или шоры, представляющие собой высохшие соленые озера или русла древних рек с близкими к поверхности минерализованными грунтовыми водами.

Таковы главнейшие разновидности наиболее распространенных в природе солончаков.

Закладывая в себе большое количество легко растворимых солей, солончаки, за исключением луговых карбонатно-кальциевых, представляют собой весьма неблагоприятную среду для развития культурных растений. Вследствие этого участки солончаков в практике обычно не распаивают.

В естественных условиях на солончаках или совершенно не растут никакие растения, или же растут только те растения, которые способны переносить сильное засоление почвы. Следует также отметить, что благодаря близости грунтовых вод нижние горизонты солончаков иногда несут в себе следы оглеения в виде зеленоватых и сизоватых пятен закисных соединений железа.

Промывка засоленных почв. Развитие солончаков в природе сопровождается не только аккумуляцией солей в верхних горизонтах, но и противоположным процессом, т. е. процессом рассоления, или опреснения. Накопление солей в солончаках идет до тех пор, пока грунтовые воды залегают неглубоко от поверхности. Когда же в силу тех или иных причин уровень грунтовых вод будет резко понижен и миграция солей к поверхности прекратится, тогда начинает проявляться процесс рассоления. Процесс рассоления солончаков может иметь место также при искусственном орошении, при устройстве дренажа и т. д. Важным способом рассоления солончака является промывка почв.



Рис. 15. Промывка от засоления почвы под хлопчатник в колхозе „Зарпчи“ Туркменской ССР.

Промывка засоленной почвы является наиболее надежным и вместе с тем обычным методом удаления избытка солей из солончака. Этот прием широко распространен в ирригационной практике и при правильном его осуществлении оказывается вполне эффективным методом мелиорации засоленных почв.

При проведении промывок необходимо соблюдение следующих важнейших условий (Л. П. Розов).

Перед промывкой поле должно быть тщательным образом спланировано, иначе не может быть и речи об эффективной и равномерной промывке.

После планировки поле необходимо глубоко вспахать, хорошо пробороновать и затем тщательно выровнять волокушей или легким катком.

Эти работы обеспечивают равномерное затопление поля при промывке и относительно замедленную и равномерную фильтрацию промывной воды через толщу почвы, что значительно повышает эффективность выщелачивания солей.

Перед промывкой поле должно быть разбито на чеки таким образом, чтобы слой воды при затоплении был по возможности одинаков на всей площади.

Промывная вода должна подаваться на поле не сразу, а отдельными порциями с интервалами в 2—5 дней. Такая дробная промывка значительно повышает эффективность выщелачивания солей.

Промывки наиболее целесообразно проводить в осенне-зимний период (ноябрь — январь). В это время потери воды с поверхности почвы на испарение минимальны, грунтовые воды стоят обычно наиболее глубоко и к тому же усиливается эффект промывок под влиянием конденсации водяных паров в верхних почвенных горизонтах, а также за счет выпадающих атмосферных осадков.

После проведения промывных поливов необходимо создать условия, препятствующие восстановлению капиллярных солевых токов, и обеспечить наилучшую разделку почвы для получения высокого урожая. Эти задачи решаются немедленным после поспевания поверхности поля боронованием и последующим, по мере поспевания почвы, углублением рыхлого слоя чизелем.

Необходимо создать при этом свободный сток промывной воды в дренаж. В то же время нужно добиваться осуществления промывок минимально необходимыми нормами, так как это облегчает рациональное решение второго основного вопроса промывок — вопроса об отводе промывных вод.

Все изложенное касается только промывки солончаков кальциевого типа, где весь процесс, с практической точки зрения, можно рассматривать как простое физическое выщелачивание солей.

Промывки же солончаков натриевого типа, связанные с возникновением солонцового процесса, должны сопровождаться внесением гипса, о чем речь будет идти ниже.

Промывка и освоение солончаков в практике колхозов и совхозов проводится также посредством возделывания риса. На дренированных площадях, занятых рисом, резко уменьшается содержание легко растворимых солей в почвах обычно уже в течение первой половины вегетации.

В результате искусственного рассоления путем промывания солончаков и понижения уровня грунтовых вод в целях прекращения капиллярного подъема солей к поверхности почвы солончаки становятся пригодными для возделывания на них культурных растений.

В заключение необходимо подчеркнуть, что задача рациональной организации борьбы с засолением почв заключается не столько в устранении уже имеющихся солей (это всего лишь первая и часто элементарная задача), сколько в борьбе с источниками засоления, т. е. в предупреждении засоления.

В этом отношении основными мероприятиями в хозяйствах орошаемой зоны в ближайший период будут следующие (В. А. Ковда): систематическое улучшение технического состояния ирригационной сети, жесткое выполнение внутрихозяйственного плана водопользования, соблюдение водной дисциплины и постепенный охват планировкой всей поливной территории.

Весьма существенным является проведение точных поливов с твердым выполнением сроков полива и увязки их с обработкой почв.

Основная задача рационального полива — дать на поле такую норму воды, которая увлажнила бы заданную толщину почвы, но вместе с тем не терялась бы бесполезно на просачивание в более глубокие горизонты и тем более не шла на вредное питание грунтовых вод.

Наряду с этим очень важно умелое применение профилактических поливов и промывок засоленных почв, находящихся в культуре, затем обсадка дорог, усадеб, ирригационной и коллекторной сети древесными насаждениями, а также постройка и поддержание в дальнейшем в рабочем состоянии глубокой хозяйственной дренажной сети на наиболее засоленных осваиваемых землях.

Вместе с тем, в пределах ирригационной системы одновременно с мероприятиями внутрихозяйственного характера должна быть осуществлена система более общих мероприятий, в числе которых первоочередными и главнейшими являются следующие: проведение мероприятий по уменьшению потерь ирригационной воды на фильтрацию, осуществление в пределах системы насаждений вдоль ирригационных каналов и коллекторов, сооружение и поддержание в рабочем состоянии основной сети глубоких коллекторов, а также сбросов, обеспечивающих отвод воды в необходимых случаях.

СОЛОНЦЫ

Образование солонцов. Солонцы представляют собой засоленные почвы, поглощающий комплекс которых содержит обменный натрий. Солонцы и сильносолонцеватые почвы широко распространены в нашей стране. По подсчетам проф. Н. Н. Розова, общая площадь их составляет 47,5 млн. га. При этом в зоне черноземов они занимают 8,15 млн. га, в подзоне темно-каштановых и каштановых почв 6,7 и в подзоне светло-каштановых и бурых почв 32,65 млн. га.

Кроме того, в комплексе с солонцами и сильносолонцеватыми почвами значительно распространены слабосолонцеватые и среднесолонцеватые зональные почвы, площадь которых достигает 67,4 млн. га.

Солонцы обычно не занимают сплошных обширных площадей. Они встречаются в почвенном покрове в виде пятен разного размера — от нескольких метров до нескольких сотен метров в поперечнике. В большинстве случаев солонцовые пятна занимают 10—25% земельной территории, но нередко степень участия солонцов в почвенном покрове превышает 50%.

Обработка таких комплексных участков представляет огромную трудность, так как физическая спелость слагающих этот комплекс отдельных компонентов наступает неодновременно. Поэтому улучшение солонцов в таких случаях не только повышает их плодородие, но и создает благоприятные условия для эффективного использования рядом залегающих несолонцеватых почв, которые не требуют коренного улучшения.

В вопросе о генезисе солонцов еще много неясного и спорного, но несомненно, что характерные признаки и свойства этих своеобразных почвенных образований обусловлены наличием в них значительного количества обменного натрия (табл. 62).

Таблица 62

Состав поглощенных катионов в солонцах

Почва, область, автор	Глубина (см)	Поглощенные катионы (м-экв на 100 г почвы)				
		Ca	Mg	Na	сумма	Na (процент от суммы)
Корковый солонец содовый, Украинская ССР, (Л. Н. Самбур)	0—5	7,41	2,38	8,10	17,89	45,2
	7—12	2,22	2,04	17,40	21,66	80,5
	14—24	1,68	1,89	23,29	26,86	86,6
	45—52	2,63	0,95	17,16	20,74	84,0
Среднестолбчатый солонец, Саратовская область (Н. И. Усов)	0—12	19,89	5,82	1,30	27,01	4,9
	13—27	24,33	6,72	5,46	36,45	15,0
	31—41	19,01	6,51	5,64	31,16	14,6
	56—66	16,28	6,82	6,40	29,50	22,4
	80—85	14,36	7,15	6,84	28,35	24,1
Среднестолбчатый солонец, Омская область (К. П. Горшенин)	0—12	18,05	4,30	5,27	27,62	19,0
	12—23	12,00	3,04	13,31	38,35	40,3
	30—40	10,00	14,42	16,68	40,81	40,8

Из приведенной таблицы видно, что в составе поглощенных катионов солонцовых почв обменный натрий занимает значительное место и что наибольшее его количество содержится главным образом на некоторой глубине от поверхности, в иллювиальном горизонте.

Пути накопления в почве катионов натрия могут быть различными.

Основным источником поглощенных катионов натрия в солонцовых почвах являются соли натрия, которые появляются

в почве главным образом в результате капиллярных восходящих токов солевых растворов.

Накопление солей натрия в солонцах возможно в результате жизнедеятельности галофитной растительности, извлекающей из почвы значительное количество натриевых соединений.

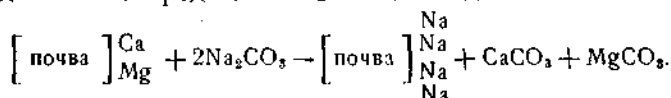
Солонцы могут возникать и в результате рассоления солончаков, в составе солей которых преобладают хлориды и сульфаты натрия. При этом развитие свойств, присущих солонцам, начинается в процессе рассоления, после того как из почвенной толщи будет удалена большая часть легко растворимых солей.

Об этом свидетельствует также и тот факт, что размещение солонцов очень часто приурочено к первой и особенно ко второй надпойменным террасам, где в геологическом развитии местности возможно было понижение уровня почвенно-грунтовых вод, и, следовательно, возникновение явлений рассоления.

Солонцы и солонцеватые почвы, являясь продуктом рассоления натриевых солончаков, при засолении их могут обратно переходить в солончаки.

Процесс внедрения в почвенный коллоидный комплекс ионов натрия называется осолонцеванием почв, а образующиеся при этом почвы — солонцами.

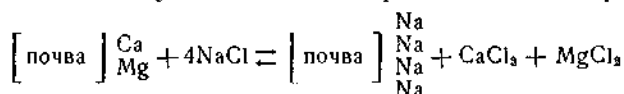
Необходимым условием внедрения обменного натрия в коллоидный комплекс является наличие солей натрия в почвенном растворе. При этом наиболее энергично внедрение обменного натрия происходит в тех случаях, когда он присутствует в почве в форме соды. Реакцию взаимодействия между почвой и раствором соды можно представить в таком виде:



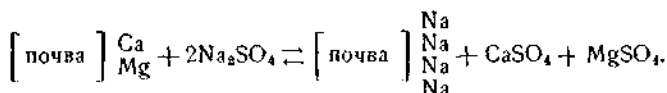
Так как при этом образуются трудно растворимые в воде соли CaCO_3 и MgCO_3 , то реакция здесь может идти до полного замещения натрием обменных катионов кальция и магния.

Значительно менее энергично этот процесс протекает при наличии в почвенном растворе нейтральных солей — NaCl и Na_2SO_4 .

Реакцию внедрения натрия и замещения им двухвалентных катионов в этом случае можно изобразить таким образом:



и



В этом случае образуются более легко растворимые соли (CaCl_2 , MgCl_2 , CaSO_4) и полного замещения натрия двухвалентных катионов в поглощающем комплексе не произойдет.

Здесь имеет место обратимая реакция и лишь частичное насыщение почвы катионами натрия.

По исследованиям И. Н. Антипова-Каратаева, для возникновения солонцовых процессов в почвах под влиянием смеси нейтральных солей необходима значительная величина соотношения в растворе натрия к солям щелочноземельных элементов. Поэтому внедрение Na в поглощающий комплекс из нейтральных солей возможно только при большом преобладании в растворе натрия над щелочноземельными катионами (до 80% Na против 20% Ca + Mg).

Внедрение в почвенный поглощающий комплекс обменных катионов натрия знаменует собой новую стадию в развитии почвы, стадию солонца.

В зависимости от тех или иных природных условий содержание поглощенного натрия в солонцах может выражаться различным количеством. При этом для развития солонцовых свойств совершенно не обязательно полное замещение натрия всех остальных обменных катионов.

Как установлено исследованиями К. К. Гедройца, И. Н. Антипова-Каратаева и др., солонцеватость почв проявляется уже в случаях содержания поглощенного натрия 5—10% от суммы обменных оснований. Типичный же солонец содержит обменного натрия 15—20% от суммы поглощенных оснований.

По степени солонцеватости почвы можно условно разделить на следующие группы в зависимости от содержания обменного натрия (по И. Н. Антипову-Каратаеву):

- 1) при содержании Na меньше 5% от суммы поглощенных оснований — несолонцеватые почвы;
- 2) при содержании Na 5—10% от суммы катионов — слабосолонцеватые почвы;
- 3) при содержании Na 10—20% — солонцеватые почвы;
- 4) при содержании поглощенного Na больше 20% — солонцы.

Чем выше содержание поглощенного натрия в почве, тем резче выражены в ней свойства, присущие солонцам.

Наличие в поглощающем комплексе поглощенного натрия, весьма слабого коагулятора коллоидов, накладывает на солонцы и солонцеватые почвы свой отпечаток. Эти почвы резко отличаются от всех других почв как по морфологическим, так и химическим и физическим свойствам. Почвенные коллоиды, насыщенные натрием, подвергаются пептизации, переходят в состояние золя, приобретают подвижность и неустойчивость против размывающего действия воды и частично передвигаются сверху вниз.

В результате процессов вымывания некоторые изменения при этом происходят и в механическом составе солонцовых почв: количество илистой фракции в верхнем слое уменьшается, а в нижнем — увеличивается (табл. 63).

Таблица 63

Механический состав столбчатых солонцов по методу Качинского
(по С. П. Семенов-Забродиной, З. А. Неред)

Глубина горизонта (см)	Процент потери от про- мывания НС1	Процентное содержание фракций							
		0,25 мм △	0,25—0,05 мм	всего песка	0,05—0,01 мм	0,01—0,005 мм	0,005—0,001 мм	всего пыли	0,001 мм ▽
Херсонская область									
0—10	1,80	0,1	0,7	0,8	34,9	11,9	18,3	65,0	32,4
30—40	1,99	0,1	1,8	0,9	26,0	10,0	12,7	48,8	47,4
90—100	21,28	0,1	—	0,1	26,6	10,6	11,7	48,9	29,8
0—7	1,67	0,1	9,5	9,6	33,7	14,7	17,9	66,2	22,5
20—30	3,87	0,0	1,1	1,1	28,3	11,9	17,3	57,6	37,4
70—80	22,17	0,0	5,2	5,2	23,2	12,3	9,9	45,3	27,1
Запорожская область									
0—10	1,45	1,0	19,5	20,5	31,9	6,11	18,2	56,3	21,8
20—30	5,30	0,7	7,4	8,1	20,5	7,0	10,4	37,9	48,7
110—120	13,83	0,7	13,0	13,8	22,6	8,2	49,5	40,3	32,0
0—10	2,12	0,4	5,6	6,1	32,8	9,0	15,9	57,6	34,1
20—30	2,16	0,5	5,2	5,8	30,9	8,4	13,2	52,6	39,4
140—150	17,46	0,6	4,9	5,6	32,4	7,2	11,2	50,8	26,2

Почва теряет структурные свойства, распыляется. Вследствие высокой дисперсности такая почва во влажном состоянии сильно набухает и почти полностью прекращает фильтрацию воды.

При этом диспергирующая роль поглощенного Na всегда начинает проявляться только после того, как из верхних горизонтов вымыты растворимые соли. До тех же пор, пока в почве содержатся растворимые соли, оказывающие коагулирующее действие на почвенные коллоиды, пептизация коллоидов не обнаруживается.

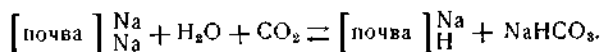
Развитие процессов осолонцевания сопровождается возникновением в почве сильнощелочной реакции. Щелочная реакция в солонцовых почвах обуславливается главным образом наличием соды.

Образование соды в солонцовых почвах может происходить химическим и биохимическим путем.

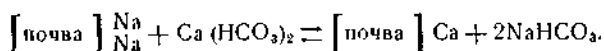
Образование соды в природе возможно прежде всего в результате взаимодействия почвы с почвенным раствором, всегда

содержащим в себе то или иное количество растворенной углекислоты.

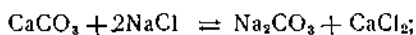
Этот процесс схематически можно представить в следующем виде:



Если же почва включает в себе двууглекислый кальций, реакция пойдет таким образом:

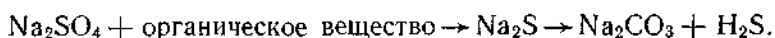


Другой способ образования соды в почве указан проф. Гильгардом и осуществляется по таким схемам:



Так как гипс меньше растворим по сравнению с хлористым кальцием, то очевидно, что несколько больше образуется соды по второй схеме.

Широко распространенным путем образования соды в почвах является биохимический процесс восстановления сульфата натрия в присутствии органических веществ по следующей схеме:



Этот процесс происходит под влиянием жизнедеятельности анаэробных сульфатредуцирующих бактерий, способных в присутствии органического вещества восстанавливать сульфаты до сероводорода и сульфидов (CaS , MgS , Na_2S), последние же с CO_2 и водой образуют карбонаты ($\text{Na}_2\text{S} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{S}$).

Образующаяся тем или иным путем сода, будучи солью сильного основания и слабой кислоты, легко подвергается гидролизу и вызывает щелочную реакцию в почве; pH почвенных растворов солонцовых почв может достигать до 8, а в некоторых случаях даже до 11.

Пептизация органических и минеральных коллоидов в условиях щелочной среды сопровождается выносом их в нижние горизонты. Здесь, встречаясь с остатками еще не вымытых солей, они коагулируют и образуют иллювиальный горизонт, который называется солонцовым. Почвенный поглощающий комплекс при этом в известной части претерпевает глубокие изменения, распадаясь на R_2O_3 и SiO_2 . Продукты распада коллоидных частиц также мигрируют в нижние слои.

В результате этих процессов на небольшой глубине от поверхности в почве образуется иллювиальный горизонт, который в сыром состоянии отличается сильной вязкостью, а при высыхании

превращается в чрезвычайно твердую массу. В процессе высыхания иллювиальный горизонт обычно растрескивается и образует весьма характерную для солонцов столбчатую или глыбистую структуру.

Глубина залегания столбчатого горизонта колеблется от нескольких сантиметров до 20—30 см и в значительной степени зависит от механического состава почвы: чем легче механический состав, тем глубже залегает этот горизонт.

Многообразные процессы, которыми сопровождается развитие солонцовых почв, находят свое отражение в их профиле, химическом и механическом составе.

Строение профиля солонцов. В профиле солонцовых почв имеется 4 ясно выраженных генетических горизонта: элювиальный, или надсолонцовый (A), иллювиальный, или солонцовый (B₁), подсолонцовый, или солевой (B₂) и почвообразующая порода (C).

Самый верхний — элювиальный, надсолонцовый (A) горизонт в результате потери им части гумусовых веществ и илстых суспензий имеет светло-серую окраску, отличается рыхлостью и бесструктурностью; мощность его в различных солонцах сильно варьирует: от 2 до 25 см. Он не содержит или весьма мало содержит растворимых солей, обеднен полуторными окислами и обогащен кремнеземом.

Иногда этот горизонт несколько сцементирован и образует тонкую непрочную корочку пористого или ноздреватого сложения. Нижние части элювиального горизонта часто окрашены по сравнению со всем поверхностным слоем в наиболее светлые тона.

Поэтому горизонт A солонцов обычно подразделяют на 2 подгоризонта: A₁ — более темный и A₂ — значительно светлее, очень часто серовато-белесого цвета, пластинчатый или листоватый, сильнопористый.

Солонцовый, или иллювиальный (B₁), горизонт резко отграничен от элювиального; он содержит больше поглощенного натрия, значительно обогащен полуторными окислами, особенно Al₂O₃, частицами ила, обычно окрашен темнее и нередко имеет коричневый оттенок. Наиболее яркой особенностью его является сильная уплотненность в результате скопления в нем вынесенных из верхних частей почвенного профиля полуторных окислов, илстых суспензий и части гумусовых веществ.

Иллювиальный горизонт в сухом состоянии расчленен трещинами и распадается на хорошо обособленные отдельности — столбы или призмы, в связи с чем его называют столбчатым или призматическим. Столбчатые и призматические отдельности имеют поперечник 5—10 см, высоту 10—20 см, несколько округлые верхушки и хорошо выраженные глянцевитые грани по структурным отдельностям.

Иногда на поверхности структурных отдельностей имеется серая присыпка кремнезема (SiO_2).

Мощность этого горизонта (B_1) неодинакова в различных солонцах и часто достигает 20—30 см, а иногда и более.

Под солонцовым горизонтом залегает солевой, или подсолонцовый (B_2), горизонт, проникающий до глубины 30—40 см и содержащий в заметном количестве выцветы карбонатов кальция в виде белоглазки, легко растворимые соли, а также гипс в виде пятен и кристаллов. В зависимости от стадии рассоления солонца соленосность этого горизонта изменчива.

На ранних стадиях рассоления здесь в значительном количестве обнаруживаются хлориды и сульфаты натрия; на более поздних стадиях эти легко растворимые соли передвигаются вниз на значительную глубину и в подсолонцовом горизонте обнаруживаются только карбонаты кальция и гипс.

Выделение карбонатов и сульфатов в солонцах наблюдается на различных глубинах ниже горизонта B_1 . В солонцах, вторично засоленных, такие выделения, особенно сульфатов, могут встречаться и в горизонте B_1 .

Ниже залегает почвообразующая порода различного механического состава, нередко заключающая некоторое количество легко растворимых солей. Профиль солей в солонцах резко отличается от других типов почв.

Элювиальный горизонт (A) обычно выщелочен как от легко растворимых солей, так и от карбонатов.

Столбчатый горизонт солонцов (B_1) также характеризуется невысоким содержанием солей, однако в нем нередко обнаруживается несколько повышенное количество карбонатов и бикарбонатов щелочей.

Максимальное скопление карбонатов, сульфатов и хлоридов всегда обнаруживается в подсолонцовом горизонте (B_2).

Характер солевого профиля солонцов в значительной степени определяется глубиной залегания грунтовых вод. В солонцах с близкими грунтовыми водами количество солей с глубиной постепенно убывает. В солонцах же с низким залеганием грунтовых вод количество легко растворимых солей невелико вообще и с глубиной плавно возрастает; лишь углекислый кальций сохраняет максимум в подсолонцовом горизонте.

Приведем описание профиля солонца южной лесостепной части Челябинской области (А. И. Оборин).

Горизонт A_1 — 0—18 см. Темно-серый, суглинистый, комковато-пылеватый.

Горизонт B_1 — 18—35 см. Темно-бурый, глинистый, с отчетливо выраженной, очень прочной столбчатой структурой; столбчатые отдельности сверху покрыты сероватым налетом.

Горизонт B_2 — 35—69 см. Языковатый, коричневатобурой окраски, глинистый, призмовидно-ореховатый, с глянцем на по-

верхности структурных отдельностей; по всему горизонту — пятна карбонатов и легко растворимых солей.

Горизонт B_2C — 69—82 см. Неравномерной, желтовато-бурой окраски, глинистый, слегка уплотненный.

Горизонт C — 82—120 см. Неоднородный, зеленовато-серой окраски с ржавыми пятнами, довольно рыхлый, песчаный, ниже постепенно переходит в зеленоватую вязкую глину. Вскипание от HCl — с 33 см.

Эти солонцы встречаются отдельными небольшими пятнами среди солонцеватых черноземов, реже сплошными массивами, приуроченными к пониженным местам.

Наличие на незначительной глубине сильно уплотненного горизонта часто служит тем руководящим морфологическим признаком, по которому узнают солонцы в полевой обстановке.

Строение профиля солонцовых почв отличается большим разнообразием.

По мощности надсолонцового горизонта (A), т. е. по глубине залегания солонцового горизонта (B_1), различают следующие группы солонцов: 1) корковые, или корково-столбчатые, с верхним горизонтом, имеющим мощность меньше 5 см; 2) среднестолбчатые, или средние, с мощностью горизонта A от 5 до 15 см; 3) глубокостолбчатые — с более мощным верхним горизонтом, превышающим 15 см.

Характер и направление почвообразовательных процессов в солонцах в значительной степени зависит от глубины залегания почвенно-грунтовых вод.

В этом отношении все солонцы подразделяются на следующие группы: 1) луговые с грунтовыми водами не глубже 5 м; 2) лугово-степные с грунтовыми водами на глубине от 5 до 8 м; 3) степные — с грунтовыми водами глубже 8 м.

В различных природных условиях легко растворимые соли в солонцовых почвах залегают на разной глубине.

По глубине залегания солей солонцы подразделяются на: 1) солончаковые — когда соли залегают не глубже 30 см; 2) солончаковатые — когда соли залегают от 30 до 80 см; 3) глубокосолончаковатые, когда соли залегают глубже 80 см.

Исключительно большое значение в развитии солонцовых почв имеет состав солей.

По характеру засоления солонцы подразделяются на: 1) содовые, 2) смешанного засоления (содово-хлоридно-сульфатные), 3) хлоридно-сульфатные.

Содовые солонцы распространены главным образом в лесостепной зоне в условиях близкого залегания верховодки. Они содержат мало растворимых солей и отличаются ясно выраженной щелочностью.

Хлоридно-сульфатные солонцы, в подсолонцовом горизонте которых преобладают сульфаты натрия и магния, широко распространены в области каштановых почв и южных черноземов.

В связи с этим содовые солонцы являются луговыми, а хлоридно-сульфатные — степными солонцами.

Существенной особенностью степных солонцов является то, что у них близко к поверхности находится гипсоносный горизонт.

Химические и физические свойства солонцовых почв. Процессы развития солонцовых почв, сопровождающиеся глубоким распадом минеральной части и передвижением высокодисперсных частиц в нижние слои, находят свое отражение в валовом химическом составе профиля (табл. 64).

Валовой состав
(по И. Н. Антипову-

Глубина (см)	Содержание (процент от веса сухой почвы)				Содержание (процент от	
	гумуса	химически связанной воды	CO ₂	SO ₄	SiO ₂	TiO ₂
0—8	2,52	5,07	0,0	Следы	76,95	0,61
12—23	2,20	9,43	0,0	0,09	70,02	0,70
29—39	1,45	2,60	5,92	0,21	70,35	0,76
45—59	0,72	2,47	7,80	0,19	70,50	0,77
70—80	0,60	3,47	5,57	0,33	70,25	0,72
107—121	—	3,87	4,74	7,75	73,10	0,85
141—150	—	3,66	4,98	1,66	74,05	0,37

Состав воднорастворимых солей в солонцах
(по Г. Н. Самбуру, В. И. Дроботу

Глубина (см)	Содержание (процент на воздушно-сухую почву)						
	сухой остаток	минеральный остаток	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg
0—13	0,141	0,096	0,033	0,009	0,002	0,003	0,003
18—28	0,351	0,303	0,022	0,094	0,069	0,002	0,003
30—40	0,628	0,517	0,024	0,138	0,227	0,008	0,012
55—65	2,744	2,227	0,011	0,177	1,436	0,238	0,083
120—130	0,620	0,547	0,028	0,010	0,375	0,033	0,023
0—17	0,086	0,054	0,013	0,002	0,02	0,002	0,002
17—30	0,121	0,076	0,215	0,002	0,002	0,002	0,002
45—55	0,261	0,223	0,022	0,058	0,040	0,003	0,004
80—90	1,165	1,026	0,057	0,227	0,450	0,058	0,059
150—160	1,516	1,360	0,024	0,157	0,760	0,133	0,060

Приведенные данные обнаруживают значительное обеднение элювиального горизонта полутораокисями железа и алюминия и аккумуляцию их в иллювиальном горизонте. Заметное передвижение по профилю наблюдается и в отношении TiO_2 , CaO , MgO и K_2O . При этом наиболее глубоко вымытыми оказываются CaO и MgO , максимальное количество которых содержится на глубине 107—121 см.

О накоплении тонкодисперсных частиц в иллювиальном горизонте свидетельствует также высокий процент химически связанной воды в этом слое. Наряду с этим кремнезем как наиболее инертная часть минеральной основы почвы задерживается в элювиальном горизонте, сообщая ему серую, а в отдельных случаях и светло-серую окраску.

Таблица 64

солонца
Каратаеву)

масса безводной, безгумусной, бескарбонатной и бессульфатной почвы)

P_2O_5	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O
0,16	12,18	4,03	0,09	1,38	1,21	1,83	1,43
0,16	16,21	7,36	0,12	1,43	1,52	1,25	1,20
0,16	14,30	6,66	0,12	1,97	1,40	1,19	3,04
0,17	14,98	6,55	0,11	2,24	1,41	1,30	2,08
0,16	14,42	6,55	0,11	2,41	1,61	1,19	2,65
0,10	14,41	6,05	0,14	3,31	1,81	1,32	2,40
0,10	12,05	5,71	0,08	1,62	1,63	1,76	2,52

Таблица 65

сухой степи Украинской ССР
при участии Ф. Д. Янкулиной)

Содержание (м-экв на 100 г почвы)

HCO_3	Cl	SO_4	сумма анионов	Ca	Mg	Na + K по разности
0,54	0,253	0,041	0,83	0,15	0,25	0,44
0,36	2,65	1,436	4,45	0,10	0,25	4,10
0,40	3,88	4,726	9,01	0,40	0,99	7,62
0,18	4,99	29,90	35,05	11,98	6,82	16,27
0,459	0,281	7,807	8,55	1,65	1,88	5,02
0,213	0,056	0,416	0,69	0,10	0,17	0,42
3,557	0,056	0,046	3,66	0,10	0,17	3,39
0,360	1,630	0,832	2,82	0,15	0,33	2,34
0,934	6,390	9,370	16,69	2,90	4,85	8,94
0,393	4,420	15,823	20,64	6,62	4,94	9,08

Как видно из этой же таблицы, содержание гумуса в почве постепенно убывает сверху вниз, но нередко случаи, когда количество гумуса бывает наибольшим в иллювиальном горизонте.

Такого рода явления обуславливаются сильной насыщенностью перегноя натрием, а вследствие этого и большой его подвижностью.

Водные вытяжки из солонцов характеризуются высокой щелочностью и значительным содержанием минеральных и органических веществ (табл. 65).

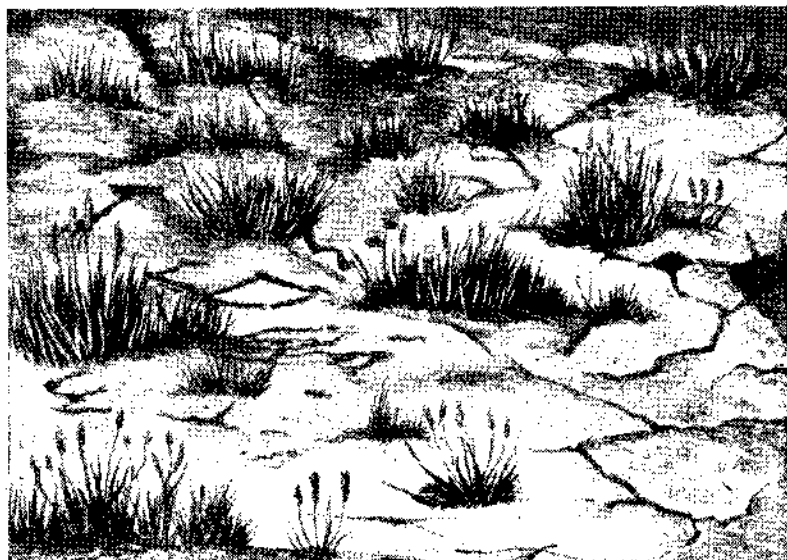


Рис. 16. Поверхность солонца под черной полынью и камфоросмой.

При этом наиболее высокая щелочность обнаруживается в солонцовом горизонте. Преобладающей составной частью водной вытяжки является органическое вещество, высокая растворимость которого обусловлена насыщенностью его катионами натрия. По мере углубления в почву количество органического вещества быстро убывает и явное преобладание получают воднорастворимые соли.

Обладая высокой щелочностью, солонцы отличаются вместе с тем крайне плохими физическими свойствами: бесструктурностью, заплываемостью, набухаемостью и клейкостью. Во влажном состоянии они слитые, липкие и вязкие, а в сухом — твердые и сильнотрещиноватые.

Обработка солонцов очень затруднена: тракторы на влажных солонцах буксуют, на сухих же — почвообрабатывающие

орудия скользят по поверхности, а при углублении в почву ломаются.

Переувлажненная солонцовая почва дает мажущуюся, а в сухом состоянии — глыбистую пашню, требующую дополнительной обработки. Корни растений не могут проникать в слитую твердую массу солонца. Солонцы маловодопроницаемы, проникающая в них влага энергично испаряется. Летом после сильных дождей на их поверхности долго стоят лужи, хотя нижние горизонты могут быть сухими. Весной после таяния снега солонцы значительно позже просыхают, чем несолонцеватые почвы.

Вследствие большой дисперсности и гидрофильности иллювиальных горизонтов в солонцах всегда повышен мертвый запас воды, в связи с чем запас полезной, доступной для растений влаги в них невелик.

Обладая плохими химическими и физическими свойствами, солонцы являются чрезвычайно неблагоприятной средой для развития растений.

О низком качестве этих почв весьма красноречиво говорит и тот факт, что солонцы в естественном их залегании или совершенно лишены растительности, или же покрыты изреженной, неприхотливой растительностью, способной мириться с самыми неблагоприятными почвенными условиями.

В отдельных случаях солонцы под воздействием степной растительности могут подвергаться остепнению, утрачивая при этом свои признаки и постепенно приобретая свойства, приближающие их к окружающим почвам степи, к темнокаштановым, черноземам и т. д.

Освоение и улучшение солонцовых почв. Использование солонцов в сельскохозяйственном производстве требует предварительного коренного их улучшения.

По этому вопросу многими научными учреждениями проведены многочисленные исследования и опубликована весьма обширная научная литература.

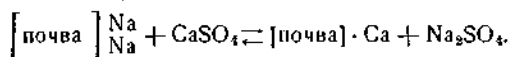
Однако вопрос о мелиорации и окультуривании солонцовых почв до настоящего времени еще окончательно не решен. Бесспорно только то, что солонцы под воздействием соответствующей агротехники способны резко изменять свои свойства и повышать производительность и что окультуривание солонцов должно осуществляться путем применения комплекса различных агротехнических мероприятий.

Общий и основной прием мелиорации солонцовых почв заключается в устранении из корнеобитаемых горизонтов вредного количества поглощенного натрия, в понижении дисперсности твердой фазы и улучшении физических свойств почвы, а также в создании мощного и полноценного пахотного слоя.

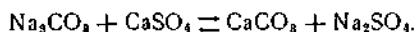
Устранение поглощенного натрия из почвы в практике осуществляется путем замещения его ионом кальция, который

коагулирует почвенные коллоиды, а следовательно, способствует улучшению водных и воздушных свойств почвы.

Наиболее эффективным способом мелиорации солонцов является гипсование. При этом взаимодействие гипса с почвой, насыщенной катионами Na, можно схематически представить в следующем виде:

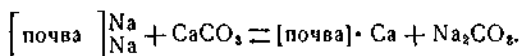


Если в почве содержится сода, то происходит такая реакция:



Образующаяся в результате гипсования почв глауберова соль $[\text{Na}_2\text{SO}_4]$ при последующей промывке атмосферными осадками или водами орошения будет удалена, и почва, таким образом, освободится от натрия, являющегося основной причиной неблагоприятных свойств солонцов.

Для целей химической мелиорации солонцов может применяться и CaCO_3 , однако известь растворяется слабее гипса и, следовательно, взаимодействие между почвой и известью будет значительно слабее, и, что очень существенно, при замещении натрия кальцием в почве может образоваться сода:



Поэтому лучшим материалом для окультуривания солонцов является гипс. Обычно гипс вносят в почву в виде тонко размолотого порошка в количестве, эквивалентном поглощенному натрию: чем больше в почве содержится обменного натрия, тем выше должна быть дозировка гипса. Наибольшие дозы гипса вносят на содовых солонцах, несколько меньше — на сильно и слабо-солонцеватых почвах.

В большинстве случаев дозировки гипса на 1 га составляют от 3 до 15 т.

Внесение гипса в почву обязательно должно сопровождаться глубокой вспашкой и внесением органических и минеральных удобрений.

Следует отметить, что Украинским научно-исследовательским институтом почвоведения разработан новый метод внесения малых доз гипса (2—4 ц/га) в рядки под сельскохозяйственные культуры на солонцеватых черноземах и лугово-солонцеватых почвах с содовым засолением. Проведенные в этом направлении опыты дали положительные результаты.

В свое время Н. В. Орловский предложил метод «землевание» солонцов путем многократного периодического послойного нанесения черноземной почвы на солонец по 1—1,5 см с тем, чтобы за ротацию севооборота этот слой почвы достигал 6—9 см.

В последнее время И. Н. Антипов-Каратаев, И. А. Юрин, Г. М. Кадер и Л. А. Фролкина разработали новый метод землевания при помощи скрепера с нанесением в один прием на поверхность солонца черноземного покрытия слоем 15—20 см.

Землевание солонца предусматривает предварительную глубокую его обработку и механическое разрыхление верхнего уплотненного горизонта. Глубокая обработка солонца в сочетании с землеванием не только ограничивает отдачу почвенной влаги солонцом в атмосферу, но в определенной степени ограничивает и избыточное переувлажнение верхних горизонтов солонца атмосферными осадками. Вследствие этого разрыхленное состояние солонцового горизонта, полученное в результате глубокой обработки, сохраняется более длительно по сравнению с обработанным, но не заземлеванным солонцом.

Все это создает более благоприятные условия для развития нисходящих токов почвенной влаги.

Дальнейшему улучшению фильтрационных свойств солонцовых горизонтов, погребенных под черноземным покрытием, способствует развитие корневых систем растений.

Проведенные в этом направлении полевые опыты на корковых глыбисто-призматических солонцах сульфатно-содового засоления на территории землепользования Института сельского хозяйства центрально-черноземной полосы имени В. В. Докучаева дали положительные результаты.

Т. С. Мальцев рекомендует для окультуривания солонцов безотвальную обработку на глубину 40—60 см, чтобы разрыхлить столбчатый горизонт, нарушить его связь с нижележащими почвенными слоями и постепенно улучшить солонцеватый слой.

Если при освоении и окультуривании содовых солонцов, развитых преимущественно в лесостепной и черноземной зонах, ведущим приемом в комплексе агромелиоративных мероприятий является гипсование, то при освоении степных солонцов, характеризующихся неглубоким залеганием карбонатного, а иногда и гипсоносного горизонта, решающее значение в комплексе мероприятий должна иметь глубокая мелиоративная обработка, обеспечивающая вовлечение кальциевых солей в пахотный горизонт и разрыхление сильно уплотненных горизонтов почвы (Н. К. Балябо).

Для улучшения степных солонцов необходима глубокая вспашка, в результате чего карбонатный или гипсоносный слой будет вовлечен в пахотный, и процесс гипсования, таким образом, осуществится за счет карбонатов и гипса, имеющихся в самой почве. Такого рода улучшение степных солонцов получило название **самомелиорации**.

Как показали исследования И. Н. Антипова-Каратаева, Г. Н. Самбур, С. П. Семеновой-Забродиной, З. А. Нерод и других, самомелиорация путем глубокой вспашки и мобилизации

карбонатов кальция самой почвы каштановых солонцеватых почв и солонцов юга Украинской ССР в неорошаемых условиях является весьма эффективным и сравнительно быстрым способом их коренного окультуривания. Установлено также, что в условиях юга Украины эффективность от окультуривания солонцов способом самомелиорации значительно выше, чем от гипсования 4 т/га гипса при пахоте на 25—30 см.

Искусственное внесение гипса в степные солонцы необходимо только в тех местах, где карбонатные и гипсоносные горизонты залегают очень глубоко и не могут при глубокой обработке быть вовлечены в мелиорируемый слой.

Таким образом, коренное улучшение солонцов в каждом конкретном случае должно проводиться с учетом степени солонцеватости всего почвенного профиля, глубины залегания карбонатного, гипсоносного и солевого горизонтов и других существенных показателей, определяющих характер необходимых мелиоративных и агротехнических мероприятий.

СОЛОДИ

При длительном промывании и выщелачивании солонцы превращаются в так называемую солодь.

Развитие солодей обычно приурочено к микрорельефным западинам и понижениям, где имеются благоприятные условия для повышенного увлажнения и промывания почв вследствие стекания сюда снеговой и дождевой воды.

Самый процесс превращения солонцов в солоди носит название осолодения, или деградации солонцов.

Почвенный поглощающий комплекс солонцов вследствие весьма большой неустойчивости очень легко подвергается процессам разрушения и размывания водой. Гуматная часть его вымывается, а алюмосиликатная — усиленно распадается на более простые соединения, вплоть до кремнекислоты и гидроокисей железа и алюминия. Полуторные окислы вслед за этим подвергаются выносу из осолодевающих горизонтов в более глубоко залегающие, а кремнекислота в аморфной форме остается и постепенно накапливается.

А. А. Роде пишет: «На некоторой глубине полуторные окислы коагулируют и выпадают из раствора, образуя иллювиальный горизонт (В). Часть полуторных окислов, находящаяся в растворе в периоды восходящего передвижения влаги, может перемещаться в верхние слои почвы и там выпадать в виде конкреций, бобовин и т. д.

Особенно резко последние явления выражены в отношении окислов железа и марганца вследствие того, что они в периоды насыщения профиля почвы влагой могут восстанавливаться, а поднимаясь затем к поверхности и окисляясь, выпадать из рас-

твора. В таких почвах на глубине 15—30 см иногда находят целые залежи шарообразных твердых конкреций, состоящих из окислов железа и марганца».

О перераспределении веществ по профилю солоди наглядное представление дает табл. 66.

Таблица 66

Валовой химический состав солоди Саратовской области
(по Н. И. Усову)

Глубина (см)	Содержание (процент к сухой почве)					
	SiO ₂	R ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
0—10	73,32	13,70	1,43	0,97	1,23	1,36
10—20	76,22	13,63	1,68	1,16	1,19	1,38
20—40	71,50	16,33	1,98	1,06	1,21	1,46
60—80	72,79	18,31	1,96	1,51	1,23	1,44
100—120	67,81	20,53	1,75	1,98	1,25	1,45
160—180	63,07	20,18	2,72	2,07	2,00	1,82

Важным фактором в накоплении аморфной кремнекислоты в верхнем горизонте солоди, по данным И. В. Тюрина, Н. П. Ремезова и др., являются диатомовые водоросли и степная растительность, в золе которой содержание кремнекислоты достигает 70%.

В результате обогащения кремнеземом верхние горизонты становятся все более и более белесыми, и солонцовая почва постепенно приобретает наружный вид, весьма схожий с подзолистыми почвами.

Некоторые изменения при этом происходят и в механическом составе; под влиянием длительного просачивания влаги верхние горизонты несколько обедняются, а нижние обогащаются илистой фракцией.

В процессе осолодения происходит энергичный вынос из верхнего горизонта Ca и Na и в то же время внедрение в поглощающий комплекс водородных ионов. Поэтому в солодах наряду с катионами Ca и Na содержится и поглощенный H.

Таким образом, процесс рассолонцевания солонцов, характеризующийся значительным разрушением поглощающего комплекса, обеднением верхних горизонтов гумусовыми и минеральными коллоидами, сопровождается также частичным замещением обменных оснований водородом.

Процесс осолодения обычно начинается с момента перехода натриевого солончака в солонец. Как только из почвы вымоются легко растворимые соли и солончак станет солонцом, тотчас же возникает и развивается процесс осолодения. Поэтому в природ-

ных условиях трудно найти такой солонец, который бы не был в той или иной степени затронут процессом осолодения.

Процесс рассолонцевания, сопровождающийся разрушением минеральной части поглощающего комплекса, при соответствующих природных условиях может протекать до полного вытеснения поглощенного натрия, т. е. до превращения солонца в солодь. До тех же пор, пока в солоди содержится поглощенный натрий, она еще обладает свойствами солонцеватости.

Следует, однако, отметить, что процесс рассолонцевания солонца в природных условиях может идти не только путем осолодения, но и путем развития дернового процесса, или остепнения.

По мере развития процесса осолодения, с которым неизбежно связано вытеснение поглощенного натрия, почва становится все более благоприятной средой для поселения на ней травянистой растительности. Под влиянием растительности осолодевающая почва обогащается органическим веществом, различными зольными элементами, в том числе Са и Mg, восстанавливает структуру и все более приближается к неосолоделым лесостепным и степным почвам — каштановым, луговым, серым лесостепным и т. д.

Этот процесс остепнения почв может иногда проходить, минуя стадию сильного осолодения.

Все почвы осолоделого типа характеризуются ярко дифференцированным профилем, морфологические черты которого зависят от зональных и местных условий. Наиболее резкая дифференцированность профиля наблюдается у солоди, наиболее слабая — у слабо осолоделой почвы.

В своем типичном выражении профиль солоди имеет такое строение.

Сверху выделяется перегнойный горизонт (A_1) различной мощности и окраски; под ним расположен белесый осолоделый горизонт (A_2), почти полностью лишенный органического вещества и бесструктурный.

Ниже залегает более темный или красно-бурой окраски, глыбистый, а иногда слитой иллювиальный горизонт (B); во влажном состоянии он очень вязкий, в сухом — твердый. В нем иногда обнаруживаются глеевые пятна.

Наличие в профиле солоди остатков глыбистого или столбчатого иллювиального горизонта говорит о генетической связи солонца и солоди.

На глубине около 1 м иллювиальный горизонт переходит в почвообразующую породу, нередко оглеенную и содержащую известь.

В химическом отношении солоди отличаются незначительным содержанием органического вещества в горизонте (A_1), достигающим иногда 6—9%, и резким снижением его в горизонте A_2 , кис-

лой реакцией горизонтов A_1 и A_2 ($pH = 6,5 - 5,5$) и слабощелочной реакцией горизонта В ($pH = 7,0 - 7,25$).

В зависимости от интенсивности процессов осолодения и задержания почвы осолоделого типа разделяются на солоды, серые дерново-осолоделые почвы и темно-серые дерново-осолоделые почвы (К. П. Горшенин).

Солоды наиболее распространены в черноземной и лесостепной зонах, где они обычно приурочены к степным блюдцам, покрытым древесной растительностью — осинной и ивой, затем осоками и другими влаголюбивыми растениями, а в Западной Си-

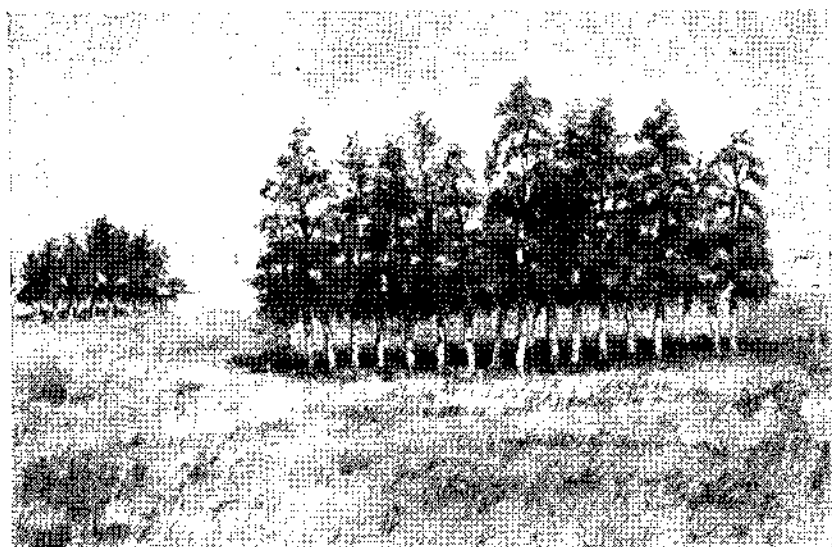


Рис. 17. Березовые колки в Западной Сибири.

бири также березой. Древесно-кустарниковая растительность на солодах имеет вид небольших, изолированных групп, разбросанных по степи и получивших название колков, или мокрых кустов.

Солоды встречаются также в зоне каштановых почв, главным образом по понижениям, известным под названием п а д и н, или л и м а н о в.

Однако наиболее широкое развитие солоды имеют в Западной Сибири.

По исследованиям К. П. Горшенина, почвы осолоделого типа здесь залегают как под древесной, так и под травянистой растительностью.

Наиболее яркой степени осолодения достигают осолоделые почвы, развивающиеся под лесом в различных условиях рельефа:

в отчетливо выраженных понижениях, в слабых понижениях, в обширных пониженных равнинах, на гривах среди заболоченных участков, на плоских, слабо выраженных гривах.

При известных условиях процесс осолодения переходит в процесс заболачивания. Такие почвы весной обычно покрыты водой. Нередко вода на них стоит в течение всего лета.

В таких случаях на поверхности развивается кочкарник и образуется торфяная настилка.

В условиях лесостепи заболоченные солоды часто покрыты зарослями тальника. В более северных районах солоды заболачиваются сильнее.

На открытых площадях развивается процесс задернения, который иногда проявляется настолько сильно, что совершенно затушевывает процесс осолодения, оставляющий после себя в строении почвенного профиля только реликты.

Распространение солодей и разнообразие их в лесостепной зоне подчиняется определенной географической закономерности. В южной части лесостепи резко выраженные солоды встречаются главным образом в низинах под лесными насаждениями. По мере движения к северу количество резко выраженных солодей под лесными насаждениями возрастает, в особенности в центральной части лесостепи, где распространение солонцового и солончакового типов достигает максимума.

В северной части лесостепи, а также в южной части лесолуговой зоны задернение осолоделых почв приобретает луговой характер. Развиваются лугово-осолоделые почвы. Такие почвы встречаются на обширных низинах или на низких гривах среди заболоченных участков (К. П. Горшенин).

Обладая незначительным содержанием органического вещества и важнейших питательных элементов, а также неблагоприятными физическими и химическими свойствами, солоды являются бедными и малоплодородными почвами.

Вместе с тем солоды и осолоделые почвы во многих случаях лесопригодны и на них неплохо развивается естественная лесная растительность.

Поэтому солоды и осолоделые почвы в ряде случаев целесообразно оставлять под лесом, тем более, что лесные насаждения в степных и лесостепных районах способствуют снегонакоплению, смягчению климатических условий и т. д.

При включении солодей и осолоделых почв в сельскохозяйственное использование первостепенное значение здесь приобретает внесение органических и минеральных удобрений, известки, а также землевание — покрытие осваиваемых участков перегнойной землей.

ГЛАВА XVIII

ПОЧВЫ ЗОНЫ СУХОЙ СТЕПИ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Границы и площадь зоны. Зона сухой степи является областью преобладания каштановых почв, а также значительного развития бурых почв.

Эта зона расположена южнее зоны черноземных степей и занимает обширную территорию, составляющую в общей сложности 1207 тыс. кв. км, или 5,4 % всей площади СССР. Она охватывает северную часть Крыма, побережье Черного и Азовского морей, восточную часть Северного Кавказа, Нижнее Поволжье, южную часть Башкирской АССР, Северный Казахстан, Киргизскую и Узбекскую ССР и с перерывами, отдельными островками доходит вплоть до Восточной Сибири.

В азиатской части СССР зона каштановых почв занимает сплошную полосу от р. Урал до Алтая, простираясь с севера на юг до 700 км. Южная ее граница проходит примерно по ширине северных оконечностей Каспийского и Аральского морей и озера Балхаш. Значительная часть каштановой зоны здесь расположена на столовой и мелкопочной возвышенности, отделяющей Западносибирскую низменность от Туранской. Большие площади каштановых почв встречаются также по долинам южного Алтая, в Баргузинских и Селенгинских степях Бурятской АССР.

Кроме равнинных пространств, каштановые почвы (а отчасти и бурые) встречаются и в горных районах, например в Семиречье, в пределах Киргизской ССР, в Туркменской ССР, где они являются уже представителями вертикальных почвенных зон. К нижним частям склонов приурочены светло-каштановые почвы; по мере же поднятия в горы светло-каштановые почвы сменяются темно-каштановыми.

Каштановые почвы как особый тип почв, образовавшийся под воздействием растительности сухих степей, впервые были выделены В. В. Докучаевым в 1883 г.

Климат. Климат зоны каштановых и бурых почв в целом континентальный, жаркий и сухой. Средняя годовая температура в

европейской части СССР составляет около 5—9°, в азиатской 3—4°; в Забайкалье она снижается до —2,6°. В Восточном Казахстане морозы нередко доходят до —40°. В ряде районов Забайкалья в каштановых почвах на глубине около 2 м обнаруживается слой вечной мерзлоты.

Вместе с тем климат зоны каштановых и бурых почв характеризуется ограниченным количеством атмосферных осадков, не превышающим 200—350 мм в год, очень жарким летом со средней температурой дня 20—25°, низкой относительной влажностью воздуха и чрезвычайно сильным испарением влаги из почвы.

Иллюстрацией к сказанному могут служить метеорологические данные, помещенные в табл. 67.

Таблица 67

**Метеорологические данные по Ершовской станции
(Саратовская область)**

Метеорологические показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Многолетние средние осадки (мм)	23	16	16	19	34	24	27	24	28	32	33	28	304
Испарение воды из эвапориметра (мм)	2	4	2	49	128	167	213	195	83	32	5	2	878

Из этих данных видно, что испарение в условиях сухой степи значительно преобладает над поступлением влаги в почву, в связи с чем, следовательно, промачивание почв атмосферными осадками совершается в очень ограниченных размерах. В более южных районах зоны испарение достигает 1000—1200 мм и превышает количество атмосферных осадков в 3—4 раза.

Зимы здесь малоснежны, с сильными и частыми ветрами, вследствие чего на повышенных участках рельефа снег почти полностью отсутствует. Летом наблюдаются суховеи, сильно иссушающие почву. Сухость и континентальность климата значительно возрастают в восточных и южных районах зоны.

Продолжительность вегетационного периода в среднем составляет около 230 дней, в восточных районах он значительно короче — до 170 дней.

Почвообразующие породы. В качестве почвообразующих пород для каштановых и бурых почв служат самые разнообразные отложения: красно-бурые глины, лёсс, осадки арало-каспийской трансгрессии, представленные глинами, суглинками, песками и др.

При этом в западной части зоны, в пределах Причерноморской низменности и Присивашья, преобладают лёссы и лёссовид-

ные глины. Наиболее распространенными породами в Заволжской сыртовой равнине являются лёссовидные суглинки и глины, в районе возвышенности Общий Сырт — преимущественно элювиально-делювиальные продукты выветривания мергелей, глин и известняков мелового и третичного периодов.

Обширная Прикаспийская низменность, расположенная к востоку от Ергеней и к югу от сыртовой равнины Заволжья, сложена главным образом толщей морских четвертичных осадков — глин, суглинков и песков. К востоку от Прикаспийской низменности в области невысокой горной гряды Мугоджар в качестве почвообразующих пород чаще всего выступают щебенчатый элювий и делювий.

Далее к востоку Тургайская столовая равнина и Казахская складчатая страна характеризуются преобладанием третичных морских и континентальных отложений в виде глин, суглинков, мергелей и конгломератов.

В самой южной части Западносибирской низменности, в Кундундинской впадине, каштановые почвы развиваются на древне-аллювиальных, аллювиальных и делювиальных отложениях самого различного механического состава. Указанные породы, за исключением лёссов, нередко отличаются значительной соленостью.

Рельеф. Преобладающим типом рельефа в области распространения каштановых и бурых почв является плоская или слабоволнистая равнина. Но на этом однообразном равнинном фоне часто встречаются различного рода незначительные, едва заметные на глаз понижения, западины и блюдца, которые создают большую пестроту в микрорельефе. Эти, на первый взгляд не существенные особенности пустынно-степной зоны, в действительности играют в почвообразовании большую роль.

Наличие неровностей обуславливает неравномерное распределение атмосферной влаги на поверхности, а различие в увлажнении неизбежно приводит к развитию почвенных разновидностей. Этим объясняется та своеобразная комплексность, которая является весьма характерной для почвенного покрова сухой степи: на сравнительно незначительных площадях здесь можно встретить и каштановые, и бурые почвы, и солончаки, и солонцы.

Более расчлененный и холмистый рельеф наблюдается в районе Приволжской возвышенности Ергеней, Заволжской возвышенности Общий Сырт и в районе невысокой горной гряды Мугоджар, представляющей южное продолжение Уральских гор.

Значительной расчлененностью рельефа характеризуется Тургайская столовая равнина, а также Казахская складчатая страна, где на фоне увалисто-волнистой равнины разбросано большое количество мелких сопок и островных низких гор.

Распространены каштановые почвы в Минусинской впадине, имеющей волнистый рельеф и редкие сопки, и затем в южном

Забайкалье, где каштановые почвы залегают в межгорных котловинах, занимая их днища и прилегающие к ним склоны с высотными отметками до 500—800 м над уровнем моря.

Растительность. Растительный покров сухой степи по сравнению с черноземной зоной значительно беднее по видовому составу и отличается изреженностью травостоя. В северной части зоны каштановых почв, где влаги выпадает несколько больше, чем в южных, наиболее засушливых районах, растительность представлена ассоциациями типчаково-ковыльных степей. Несколько южнее преобладающее место занимают полынно-ковыльно-типчаковые и полынно-типчаковые группировки. Наиболее распространенными из них являются типчак, мелкий ковыль, тонконог, мятлик луковичный, ксерофильный полукустарничек — белая полынь и другие, образующие в большинстве случаев сплошной травянистый покров.

Однако чем дальше на юг, тем скуднее становится растительность, и уже в области бурых почв, например, преобладающее положение занимают такие «сухотлюбы», как белая полынь, веничник, ромашник, гвоздика, серпуха, камфоросма, прутняк и другие, которые, развиваясь в виде небольших обособленных кустов, не способны образовывать сплошного травянистого дерна. В изреженном травостое заметное развитие имеют лишайники и сине-зеленые водоросли.

Существенной особенностью растительности сухой степи является преобладание массы подземных органов над массой надземных органов растений.

Так, например, по данным М. Н. Першиной, вес надземной массы растений белопопынно-ковыльно-типчаковой ассоциации составляет только около $\frac{1}{6}$ части веса корневой массы. Таким образом, поступление в почву органического вещества в каштановой зоне идет преимущественно за счет корневых систем растений.

В связи со слабым и неглубоким промачиванием почвы значительная часть корней сосредоточена в поверхностном слое мощностью 10—15 см; глубже количество корней резко уменьшается.

В связи с ограниченным весенним запасом воды в почвах растительность развивается слабо и затем с наступлением жаркого лета быстро выгорает.

Слабое развитие растительности в сухой степи служит одной из причин малого накопления перегноя в почвах.

Таковы в основных чертах современные природные условия области сухой и пустынной степи, под влиянием которых развиваются каштановые и бурые почвы.

При этом каштановые почвы распространены в северной части зоны, непосредственно примыкающей к черноземам; бурые занимают южную часть зоны, являясь переходным образованием

к почвам пустынных степей. На этом основании зону сухих степей можно разделить на 2 подзоны — подзону каштановых почв и подзону бурых почв. Наиболее обширной из них является подзона каштановых почв.

ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В ПОДЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Развитие каштановых почв протекает под воздействием дернового процесса в условиях изреженного и низкорослого травостоя и теплого и сухого климата.

Ежегодное отмирание растительности сопровождается систематическим обогащением почвы органическим веществом, однако это обогащение в зоне сухой степи очень незначительное и, по многим данным, оно обычно не превышает 3—4 т/га.

Главная масса растений в этих условиях отмирает в период сильного летнего иссушения почвы, поэтому разложение органических остатков происходит при хорошей аэрации.

Процессы гумификации и минерализации растительных остатков в условиях ярко выраженного аэриобизиса приводят к значительному накоплению в почве различных минеральных соединений и вместе с тем к образованию небольшого количества гумуса. Преобладающей составной частью гумуса являются устойчивые соединения группы гуминовых кислот.

По содержанию перегноя каштановые почвы намного беднее черноземных; в большинстве случаев количество гумуса в них колеблется от 2,5 до 4,5%, а мощность гумусового слоя не превышает 35—55 см.

В связи с небольшим содержанием гумуса каштановые почвы имеют темно-коричневую окраску, напоминающую цвет зрелых плодов каштана, благодаря которой они и получили свое название.

Так как каштановые почвы развиваются в условиях непромывного режима, то вынос легко растворимых солей происходит в них на небольшую глубину, где и формируется хорошо выраженный иллювиальный карбонатный горизонт.

Очень часто карбонатный горизонт у каштановых почв начинается с глубины 30—40 см и доходит до 120—180 см. С глубины 120—180 см, а иногда со 150—170 см начинается горизонт скопления гипса и других легко растворимых солей, верхняя граница которого в известной степени соответствует наибольшей глубине ежегодного промачивания почвы атмосферными осадками.

В тех же случаях, когда каштановые почвы формируются на породах негипсоносных или легко промываемых, легких по механическому составу, гипсовый горизонт может отсутствовать.

Водный и солевой режимы каштановых почв в значительной мере обусловлены ежегодной сменой двух периодов, отличаю-

щихся направлением передвижения влаги по профилю почвы: в весенний период нисходящим током влаги и в летний — восходящим током. Восходящий ток влаги в летний засушливый период сопровождается поднятием растворимых солей, в том числе солей натрия, всегда имеющих в нижних горизонтах каштановых почв.

Поэтому характерной и широко развитой чертой каштановых почв является их солонцеватость, обусловленная наличием в поглощающем комплексе поглощенного натрия. Количество поглощенного натрия в этих почвах может быть различным, но чаще всего оно колеблется от 2 до 20% к общей емкости обмена.

Наличие поглощенного натрия сообщает почвам ряд неблагоприятных свойств: бесструктурность верхнего горизонта, уплотненность горизонта В, плохую водо- и воздухопроницаемость почвы и щелочную реакцию почвенного раствора.

В большинстве случаев солонцеватые разновидности каштановых почв приурочены к участкам, где солевой горизонт залегает неглубоко от поверхности почвы.

СТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ, ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

В связи с большой протяженностью зоны сухой степи и неоднородностью природных условий почвообразования каштановые почвы отличаются значительным разнообразием как в отношении содержания гумуса, так и солонцеватости, карбонатности, выщелоченности и механического состава.

В зависимости от содержания органического вещества описываемые почвы подразделяются на темно-каштановые, собственно-каштановые и светло-каштановые.

Темно-каштановые почвы содержат в перегнойном горизонте 4—5% гумуса, каштановые 3—4 и светло-каштановые 2—3%. Каждый из этих подтипов образует свою почвенную подзону. При этом подзона темно-каштановых почв расположена в северной части сухой степи и граничит непосредственно с южными черноземами, подзоны каштановых и светло-каштановых почв размещены южнее. Самую южную часть каштановой зоны занимают светло-каштановые почвы, граничащие с подзоной бурых пустынно-степных почв.

На основном фоне каштановых почв зоны сухой степи очень часто выделяются многочисленные контуры каштановых солонцеватых почв, каштановых карбонатных, каштановых карбонатно-солонцеватых, лугово-каштановых и каштановых восточно-сибирских выщелоченных несолонцеватых почв, которые придают почвенному покрову резко выраженную комплексность.

Остановимся в кратких чертах на главнейших особенностях каждой из этих почв в отдельности.

Темно-каштановые почвы занимают обширные пространства в зоне сухой степи и являются переходной стадией между черноземными и каштановыми почвами. Количество перегноя в них убывает в глубину постепенно, без скачков, что наглядно видно из данных, приведенных в табл. 68.

Таблица 68

**Содержание перегноя и азота в темно-каштановой почве
Саратовской области**
(по Н. И. Усову)

Глубина (см)	Содержание (процент к сухой почве)	
	гумуса	азота
0—10	4,04	0,241
30—40	3,65	0,146
50—60	2,34	0,127
85—95	0,85	0,081

Перегнойный горизонт в темно-каштановых почвах обычно ясно выделяется по окраске и имеет мощность в среднем от 40 до 60 см.

Таким образом, весь профиль темно-каштановой почвы как бы сжат по сравнению с черноземом. Для морфологической характеристики темно-каштановой почвы приведем описание разреза в государственном заповеднике Аскания-Нова (С. С. Соболев, Украинская ССР).

Горизонт А — 0—28 см. Серый перегнойный горизонт со слабым каштановым оттенком. Плохо выраженная непрочная комковатая структура, редкая тонкая пористость и слабая трещиноватость. Пахотный горизонт до 15 см, комковато-распыленный, чуть светлее остальной части.

Горизонт В₁ — 28—48 см. Переходный горизонт; до 39 см равномерно окрашен, с ясным каштановым оттенком; заметное уплотнение и слабо выраженная ореховатая структура. Ниже 39 см неравномерная окраска; серые языки на каштановом фоне. Плотнее верхнего. Линия вскипания на 46 см.

Горизонт В₂ — 48—92 см. Карбонатный иллювиальный горизонт — наиболее плотный горизонт профиля. Вверху ясно вуалирован перегноем. Белоглазка равномерная, яркая, мягкая и резко контурная.

Горизонт С — 92—150 см. Темно-буровато-палевый тяжело-суглинистый лёсс без видимых карбонатов. Гипс на глубине около 2 м.

Как видно из приведенного описания, темно-каштановые почвы отличаются от черноземов значительно меньшей мощно-

стью перегнойного горизонта, небольшим содержанием органических веществ, слабо выраженной непрочной комковатой структурой и наличием уплотненного иллювиального карбонатного горизонта.

Перечисленные свойства, характерные для каштановых почв, не являются, однако, постоянными и в зависимости от физико-географических условий в значительной степени варьируют.

Данные механического анализа не обнаруживают признаков заметного перераспределения по профилю почвы илистых и коллоидных частиц (табл. 69).

Таблица 69

Механический состав темно-каштановой почвы Заволжья
(по Л. И. Прасолову и И. Н. Антинову-Каратаеву)

Горизонт	Глубина (см)	Содержание частиц (процент от веса сухой почвы)						
		>0,25 мм	0,25—0,05 мм	0,05—0,02 мм	0,02—0,005 мм	0,005—0,002 мм	0,002—0,0002 мм	<0,0002 мм
A	0—15	0,16	0,6	20	26	9	16	29
A	15—25	0,03	1,5	19	26	9	17	27
A	25—35	0,004	0,3	20	27	9	17	27
Вк	35—50	0,36	6,6	14	25	8	16	26
Вк	50—65	0,74	1,1	20	26	8	16	28
Вк	65—85	0,02	1,9	20	27	7	14	30
Вк	85—105	0,02	4,7	20	27	7	13	29
Вк	105—120	0,10	2,3	21	28	7	14	28
С	130—150	0,07	1,8	20	28	6	14	30
С	170—180	0,05	0,1	20	28	7	16	29
С	190—210	0,01	1,3	19	27	8	14	29
С	220—250	0,001	0,9	19	29	7	14	30

Вследствие ограниченного количества выпадающих атмосферных осадков и сильного их испарения в почвах сухой степи не происходит сильного выщелачивания, а следовательно и перераспределения органо-минеральных соединений по почвенной толще (табл. 70).

В каштановых почвах оказываются вынесенными на значительную глубину лишь легко растворимые соли; что же касается карбонатов кальция и магния, то их скопление обнаруживается уже в перегнойном горизонте. В связи с этим вскипание под действием соляной кислоты в данных почвах наблюдается обычно на небольшой глубине, а иногда и с поверхности.

Верхние горизонты темно-каштановых почв обладают значительной влагоемкостью, небольшим объемным весом по сравнению с нижележащими слоями и довольно большой пористостью, обеспечивающей благоприятные воздушные и водные свойства почвы (табл. 71).

Валовой химический состав темно-каштановой почвы
(по Л. И. Прасолову и И. Н. Антипову-Каратаеву)

Глубина (см)	Содержание (процент к сухой почве)									
	гумуса	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂
0—15	4,18	65,89	0,06	14,38	4,34	1,63	2,02	1,12	1,18	Нет
15—25	3,15	66,10	0,09	14,80	4,63	1,56	2,04	1,20	1,21	„
25—35	2,65	66,21	0,17	14,50	4,72	1,94	2,17	1,19	1,26	0,32
35—50	1,93	60,46	0,06	11,20	4,92	5,20	5,93	1,12	1,31	4,27
50—65	1,34	60,04	0,11	11,32	5,01	6,60	5,81	1,23	1,41	5,34
65—85	0,89	58,81	0,13	11,49	5,06	7,20	5,16	1,35	1,39	6,87
85—105	0,48	56,31	0,12	11,31	4,99	8,50	5,61	1,37	1,50	7,73
105—130	0,39	59,54	0,12	11,41	5,10	5,20	5,91	1,40	1,41	6,57
130—150	0,34	58,74	0,09	13,70	4,30	8,27	2,64	1,27	1,89	6,03

Таблица 71

Основные физические свойства темно-каштановой почвы Сыртового Заволжья
(по Л. И. Прасолову и И. Н. Антипову-Каратаеву)

Глубина (см)	Удельный вес	Объемный вес	Пористость (процент)	Максимальная гигроскопичность (процент к сухой почве)	Полевая влагоемкость		Максимальная молекулярная влагоемкость (процент к сухой почве)
					в весовых процентах	в объемных процентах	
5—10	2,60	1,20	58,5	11,40	36,2	45,4	16,6
15—20	2,64	1,19	56,0	11,36	33,7	40,1	—
25—30	2,68	1,31	54,2	13,06	29,4	38,5	18,0
35—40	2,66	1,42	46,6	—	24,1	34,2	—
55—60	2,68	1,50	44,0	14,55	23,2	34,8	16,4
70—75	2,64	1,54	41,7	—	21,3	32,8	—
90—95	2,64	1,55	41,3	—	19,6	30,4	—
120—125	2,70	1,50	44,5	15,27	—	—	17,3

Поглощающий комплекс каштановых почв насыщен кальцием и магнием, но нередко он содержит незначительное количество натрия, обуславливающего солонцеватость почв.

В качестве примера, иллюстрирующего эту особенность описываемых почв, приведем данные табл. 72.

Наличие поглощенного натрия и калия как слабых коагуляторов почвенных коллоидов заметным образом сказывается на структурных свойствах почвы: в каштановых почвах отсутствует прочная зернистая и комковатая структура, столь характерная для черноземов.

Состав обменных катионов в темно-каштановых почвах
(по Л. И. Прасолову и И. Н. Антипову-Карагаеву)

Глубина (см)	Содержание обменных катионов								
	м-экв на 100 г почвы					процент от суммы			
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	сумма	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
0—15	25,48	8,00	0,45	0,41	34,34	74,2	23,3	1,3	1,2
15—25	25,10	8,62	0,21	0,98	34,91	71,9	24,7	0,6	2,8
25—35	26,82	10,11	0,28	0,96	38,17	70,3	26,5	0,7	2,5
0—15	27,05	7,21	0,28	1,17	35,71	75,8	20,2	0,7	3,3
15—25	25,85	7,01	0,45	0,97	34,28	74,4	20,4	1,3	2,9
25—40	26,80	9,11	0,09	0,92	36,92	72,6	24,7	0,2	2,5

Здесь она заменяется непрочной, легко распыляющейся, комковатой, чешуйчатой и листоватой структурой, а часто наблюдается полная бесструктурность верхнего горизонта. Иногда перегнойный горизонт явно расчленяется на 2 подгоризонта, из которых нижний отличается большой уплотненностью, весьма мешающей свободному развитию корней культурных растений.

Вследствие распыленности каштановые почвы способны к заплыванию и уплотнению; при вспашке они нередко дают глыбы. Реакция почвенного раствора верхних горизонтов чаще всего слабощелочная ($pH=7,2-7,5$).

Развиваясь в условиях весьма слабого промывания, темно-каштановые почвы заключают значительное количество главных питательных веществ. В большинстве случаев они содержат 0,1—0,2% валового азота, 0,06—0,15% валовой фосфорной кислоты и около 1,0—1,5% валового калия.

По богатству питательными веществами темно-каштановые почвы почти не уступают южным черноземам.

Темно-каштановые почвы отличаются большой производительностью, и в годы с достаточными осадками они дают высокие урожаи. Это лучшие почвы в зоне сухой степи.

Собственно-каштановые почвы залегают полосой южнее темно-каштановых почв. Они развиваются в условиях несколько более сухого климата, где растительный покров развит слабее и поступление органических веществ в почву происходит в более ограниченных размерах.

Общая мощность горизонтов $A+B=50$ см. Каштановые почвы по строению почвенного профиля близки к темно-каштановым, но отличаются более светлой окраской и меньшим содержанием гумуса. Количество гумуса в них колеблется от 3 до 4% и убывает в глубь почвы весьма постепенно.

Они отличаются большой емкостью поглощения, сильным преобладанием поглощенного кальция и незначительным содержанием поглощенного натрия.

Заклячая в себе сравнительно небольшое количество органического вещества и обладая недостаточно прочной комковатой структурой, каштановые почвы отличаются вместе с тем значительным содержанием зольных элементов питания и нитратов.

В благоприятные по осадкам годы каштановые почвы могут давать высокие урожаи пшеницы и других культур.

Светло-каштановые почвы занимают самую южную подзону зоны каштановых почв и наиболее распространены в восточных районах Ростовской области, в южной части Волгоградской и северной части Астраханской областей, а также в Западном Казахстане. Светло-каштановые почвы формируются в условиях большей сухости климата, чем собственно-каштановые и темно-каштановые почвы, при изреженном опустыненном травостое и ослабленной биологической активности почвенной микрофлоры.

Поэтому светло-каштановые почвы значительно беднее органическим веществом и содержат в глубине больше водорастворимых солей. Содержание гумуса в них обычно не превышает 3%, при этом уменьшение его с глубиной идет столь же постепенно, как и в других подтипах каштановых почв.

Морфологические признаки светло-каштановых почв таковы. Мощность горизонтов А+В составляет около 40—45 см, при этом на горизонт А приходится 20—25 см. Окраска гумусового слоя светлая, серовато-каштановая. Глубже горизонта А залегает горизонт В светло-коричневой окраски, пылевато-комковатый, с постепенными переходами в нижележащие горизонты. Нередко горизонт В уплотнен, глыбист и трещиноват.

В нижней части горизонта В и в горизонте ВС (с 40 до 50 см) наблюдается скопление карбонатной белоглазки. Видимые выделения гипса обнаруживаются на глубине 100—200 см.

Емкость поглощения у светло-каштановых почв сравнительно высокая, преобладающее место в поглощающем комплексе занимают катионы Са с значительным участием поглощенных Mg и Na (табл. 73).

Вскипание от HCl наблюдается на глубине от 20 до 35 см. Засоленность почв хлоридами в большинстве случаев незначительная; в первом полуметре хлориды обычно не обнаруживаются или содержание их не превышает тысячных долей процента, однако на глубине 140—200 см оно нередко достигает 0,1—0,2%.

Светло-каштановые почвы содержат в верхнем слое 0,10—0,13% общего азота, до 0,09—0,13 валовой P_2O_5 и значительное количество валового калия.

Опыты с минеральными удобрениями показали большую отзывчивость светло-каштановых почв на азотные и фосфорнокислые удобрения.

По своему потенциальному плодородию светло-каштановые почвы стоят несколько ниже темно-каштановых и собственно-каштановых. Тем не менее при достаточном запасе влаги в почве они способны давать высокие урожаи различных сельскохозяйственных культур.

Таблица 73

**Состав обменных оснований в светло-каштановой почве
Саратовской области**
(по Н. И. Усову)

Глубина (см)	Содержание (м-экв на 100 г почвы)			
	Ca	Mg	Na	сумма
0—15	24,78	4,80	1,44	31,02
22—32	21,27	8,23	1,45	30,94
40—60	16,37	5,40	4,14	29,91
72—82	14,03	8,85	5,83	28,71
110—120	15,03	9,58	3,20	27,81

В почвенном покрове каштановой зоны нередко встречаются каштановые карбонатные почвы. Особенно распространены они в Целинном крае, в Кустанайской и Карагандинской областях.

Эти почвы характеризуются несколько повышенным содержанием углекислых солей и, как правило, вскипают от HCl с поверхности или близко к ней. В их профиле наблюдаются заметные изменения в содержании карбонатов, и на глубине количество их на 2—2,5% больше против верхнего горизонта.

Наличие в профиле этих почв углекислых солей с поверхности, очевидно, связано с рядом факторов, но первостепенное значение здесь имеет, несомненно, карбонатность почвообразующих пород. Этому же благоприятствует и засушливость климата, исключающая возможность сколько-нибудь значительного выщелачивания карбонатов.

В строении профиля каштановых карбонатных почв, по данным Р. Джанпенсова, прежде всего обращает внимание трещиноватость, обусловленная склонностью этих почв к сильному набуханию во время увлажнения и усыханию в засушливые периоды года.

Мощность гумусового горизонта (A+B) у них достигает 40—45 см. Горизонт A мощностью 16—18 см, редко 20 см, темно-коричневой окраски, рыхлого сложения, комковато-пороховатой структуры. Проявляется склонность к обособлению корочки листоватого сложения, толщиной 0,5—1 см, которая легко раздавливается.

Горизонт В уплотненный и, как правило, призмовидно-комковатой или призмовидно-ореховатой структуры. Окраска его неравномерная, процесс вмывания гумусовых веществ наиболее интенсивно идет по трещинам, и поэтому на общем буровато-коричневом фоне горизонта ясно выделяются полосы, более темно окрашенные гумусом. Затеки гумуса по трещинам идут сравнительно на большую глубину (до 80 см).

Ниже залегают желто-бурые карбонатные глины, содержащие кристаллы гипса в виде небольших скоплений.

Содержание гумусовых веществ в каштановых карбонатных почвах с поверхности составляет 3—4% и на глубине 50—60 см от 1 до 2%.

Сумма обменных оснований в верхних горизонтах достигает 28 м-экв на 100 г почвы, по мере же углубления в почву содержание их заметно уменьшается.

Обменные катионы в этих почвах представлены главным образом кальцием. Натрий практически не обнаруживается, что указывает на отсутствие солонцеватости в почвах. Магний присутствует в заметном количестве, особенно на глубине 20—40 см, где он составляет 7—15% от суммы обменных катионов.

Количество воднорастворимых солей в почвах весьма невелико, и в связи с этим они относятся к незасоленным почвам.

До глубины 80 см величина плотного остатка не превышает 0,08—0,014%. Соли представлены в основном бикарбонатами и сульфатами кальция и натрия. Глубже 1 м количество воднорастворимых солей увеличивается до 1% и более, главным образом за счет сернокислых солей, преимущественно гипса. Вместе с тем в почвах наблюдается повышенная щелочность, обусловленная значительным количеством карбонатов в профиле.

При высоком потенциальном плодородии каштановые почвы обладают некоторыми отрицательными свойствами: непрочной структурой верхнего горизонта, высокой щелочностью, повышенным содержанием обменного магния, уплотненностью по профилю, малой скважностью, набухаемостью, вязкостью, глыбистостью и трещиноватостью.

В связи с этим обработка и посев на этих почвах должны проводиться своевременно. При малейшем запаздывании со сроками обработки пахотная становится глыбистой и трудно поддается разделке.

Распашка каштановых карбонатных целинных почв, по данным Л. И. Пачикина и П. И. Тимошина, значительно изменяет их свойства. Уменьшается плотность, увеличивается скважность и водопроницаемость (на целинных почвах весенние талые воды проникают до глубины 50 см, а на пахотных — до 100 см).

Наибольший эффект в повышении водопроницаемости и скважности отмечается при глубоком рыхлении. В условиях окультуренных почв численность и видовой состав микроорга-

низмов значительно возрастает и наряду с этим увеличивается количество нитратов.

Каштановые солонцеватые почвы на огромном протяжении зоны сухой степи занимают значительное место. Особенно широко они встречаются в пределах Украинской ССР. Представлены они здесь главным образом темно-каштановыми и каштановыми солонцеватыми образованиями.

По данным Н. Б. Вернандера, М. М. Годлина, Г. Н. Самбура и С. А. Скорина, темно-каштановые солонцеватые почвы распространены на понижениях приморских плато правобережья Днепра, а на левобережье они занимают большие массивы как на террасах Днепра, так и на бессточных равнинах водораздела Днепр — Молочная. Для них характерна более четкая дифференциация профиля, обнаруживаемая как морфологически, наличием слабо уплотненных иллювиальных горизонтов, так и особенно данными механического анализа, подтверждающими повышение илистой фракции на глубине 50—60 см.

В супесчаных темно-каштановых почвах и тем более в глинисто-песчаных относительное уплотнение в иллювиальном горизонте выражено сильнее.

Содержание гумуса в них колеблется от 2,0 до 3,75%, причем наиболее бедными перегноем являются почвы легкого механического состава.

В поглощающем комплексе темно-каштановых солонцеватых почв содержатся обменные Са, Na и Mg.

Коллоидный комплекс этих почв не содержит значительного количества обменного натрия, тем не менее признаки солонцеватости у них выражены довольно ясно.

Каштановые солонцеватые почвы, по данным М. М. Годлина, распространены лишь в левобережной части Днепра на территории как террасы дельты, так и самых южных приморских участков бессточного пониженного плато Днепр — Молочная. Они нигде не образуют подобно темно-каштановым почвам больших сплошных массивов, а залегают комплексно, создавая, однако, доминирующий фон. Элементами достаточно сложного почвенного комплекса здесь, кроме описываемых почв, являются солонцы, обычно занимающие повышенные бугорки, и темно-каштановые почвы, распространенные по низинкам.

Характерная особенность этих почв в морфологическом отношении — дифференциация профиля и светлая окраска верхних гумусовых горизонтов, иногда даже с выраженной плитчатостью. Горизонт «белоглазки», а также гипса и сульфатов натрия находится ближе к поверхности, чем в темно-каштановых почвах (130—150 см).

Данные механических анализов показывают резкое перераспределение коллоидов по профилю и увеличение количества илстых частиц в иллювиальных горизонтах почти на 10%.

Таким образом, физическая солонцеватость в этих почвах выражена вполне отчетливо.

Светло-каштановые солонцеватые почвы встречаются в наиболее южной части каштановой зоны. Значительные массивы их залегают в Казахстане, в частности в Гурьевской области.

Подзона светло-каштановых почв обладает исключительно резко выраженной комплексностью почвенного покрова. Светло-каштановые почвы обычно залегают в комплексе с солонцами.

В подзоне темно-каштановых почв Северного Казахстана, особенно в Кустанайской области и северных частях Целинного края и Карагандинской области, по данным А. М. Дурасова, значительное место занимают темно-каштановые карбонатно-солонцеватые почвы.

Они распространены в пониженной части Казахского мелко-сопочника, главным образом в Кургальджинской впадине, и занимают низинные слабодренированные участки равнины, формируясь на четвертичных желто-бурых тяжелых суглинках, подстилаемых близко от дневной поверхности соленосными третичными глинами.

Они являются одновременно и карбонатными и солонцеватыми почвами.

Темно-каштановые карбонатно-солонцеватые почвы вскипают с поверхности, в поглощающем комплексе содержат более 5% поглощенного натрия (от суммы поглощенных оснований) и обладают очень плотным горизонтом В, который трещиноват и комковато-глыбист. В составе их гумуса обнаруживается несколько повышенное содержание фульвокислот, вследствие чего отношение гуминовых кислот к фульвокислотам оказывается более узким, в особенности в иллювиальных горизонтах.

Карбонатность этих почв возникает в результате подтягивания по капиллярам обогащенных карбонатами почвенных растворов. Во влажное время года, главным образом весной при таянии снега, вода, проникая в почву до залегающих сравнительно неглубоко карбонатных горизонтов, частично растворяет карбонаты.

С наступлением жаркого и сухого периода происходит обратный процесс — поднятие по почвенным капиллярам кверху содержащих карбонаты почвенных растворов, которые при испарении влаги обогащают карбонатами верхние горизонты почвы.

Наибольшее содержание карбонатов в темно-каштановых карбонатно-солонцеватых почвах Северного Казахстана составляет 5—6,5%, причем максимум их обнаруживается в переходном горизонте.

Количество гумуса в этих почвах чаще всего колеблется от 3,60 до 4,53%, валового азота от 0,24 до 0,50%; соотношение

углерода к азоту в них равно 6—9; реакция почвенного раствора обычно нейтральная ($pH=7,0$).

Темно-каштановые карбонатно-солонцеватые почвы обладают значительным потенциальным плодородием и при правильном их использовании в сельском хозяйстве могут давать высокие урожаи. На этих почвах первостепенное значение приобретают мероприятия по улучшению физических свойств, в частности направленные на разрушение уплотненного иллювиального горизонта B_1 .

Сравнительно незначительное место в зоне каштановых почв занимают лугово-каштановые почвы, развивающиеся в условиях повышенного поверхностного увлажнения. Особенно часто они встречаются в Карагандинской области, Целинном крае и др.

По данным Д. М. Стороженко и И. В. Матышука, они распространены в понижениях межсопочных долин, древних террас, в сухих руслах и межгрядных понижениях, часто встречаются на равнинах небольшими пятнами в пониженных местах микрорельефа. Развитие этих почв обусловлено дополнительным поверхностным увлажнением данных участков за счет стока, или периодического кратковременного затопления внешними водами, или же за счет кратковременного подтопления грунтовыми водами.

Повышение влажности сопровождается более полным развитием растительности, обычно представленной степными формами (ковыль, типец, тонконог) со значительным количеством луговых (костер, пырей, вейник и т. д.), а также широким распространением кустарников караганы.

Условия повышенного увлажнения и несколько лучшее развитие растительности способствуют значительному накоплению в них гумуса и увеличению мощности гумусового горизонта.

Эти почвы обычно не засолены легко растворимыми солями. Общая щелочность водных вытяжек заметно повышена в горизонтах В и С; на глубине 100 см встречается сода. Актуальная реакция их слабощелочная.

Различают слабо- и сильносолонцеватые, а также солончаковые разновидности этих почв (Д. М. Стороженко, И. В. Матышук).

Участки слабосолонцеватых лугово-каштановых почв являются хорошими пахотными землями для неорошаемого и орошаемого земледелия и с успехом могут быть использованы под зерновые и овощные культуры и лесонасаждения.

Сильносолонцеватые разновидности лугово-каштановых почв требуют предварительных мелиоративных улучшений.

Каштановые восточносибирские выщелоченные, несолонцеватые почвы, по данным К. А. Уфимцевой, распространены в Южном Забайкалье, в Селенгинской

Даурии. Они развиваются в условиях сухого, континентального климата и занимают обширные межгорные котловины, сложенные маломощным покровом сильнохрящеватых легкосуглинистых, супесчаных и песчаных отложений. На наиболее низких уровнях располагаются сухие степи, которые к северу и с высотой переходят в луговые степи, а в горной части страны — в лесостепь и тайгу.

Главными особенностями почв селенгинских степей являются малая гумусность, малая мощность и выщелоченность от легко растворимых солей и частично от карбонатов.

Каштановые почвы здесь характеризуются отсутствием солонцеватости, не имеют легко растворимых солей в почвенном профиле и не образуют комплексов с солонцами, что резко отличает их от каштановых почв европейской части СССР и Северного Казахстана. Эти особенности объясняются как климатическими условиями, так и связанными с ними условиями накопления и разложения органического вещества.

После холодной и малоснежной зимы, в течение которой почти не происходит накопления атмосферных осадков, наступает свойственный Забайкалью сухой и теплый период, продолжающийся до второй половины июня. Растительные остатки в условиях этого периода разрушаются почти без образования промежуточных продуктов разложения. К периоду выпадения наибольшего количества осадков (июль — август) почти все растительные остатки оказываются минерализованными (К. А. Уфимцева).

Таким образом, условия сухого периода, приводящего к минерализации органического вещества, сменяются периодом довольно интенсивного выноса продуктов минерализации органического вещества в нижние горизонты. Этим объясняется малая гумусность почв и выщелоченность карбонатов из верхних горизонтов. Легко растворимые соли вымыты совсем из почвенного профиля.

Карбонаты в них вымыты из верхних гумусных горизонтов и залегают в горизонте B_1 или B_2 . Эти особенности проявляются различно в зависимости от почвообразующих пород.

По содержанию гумуса каштановые почвы долины р. Селенги разделяются на темно-каштановые (гумуса 2,5—4%) и каштановые (гумуса 1,5—3%). По степени выщелоченности они делятся на выщелоченные, вскипающие в нижней части горизонта B_2 и ниже, и слабовыщелоченные, вскипающие в слабо окрашенном гумусом горизонте B_1 .

Каштановые почвы селенгинских степей насыщены Са и Mg, обладают значительной емкостью обмена (7—27 м-экв на 100 г почвы), нейтральной реакцией верхней части профиля и щелочной в нижних карбонатных горизонтах.

Каштановые почвы Селенгинской впадины отличаются значительным естественным плодородием, и при использовании их в сельскохозяйственном производстве основным мероприятием является борьба за накопление и сбережение влаги.

БУРЫЕ ПУСТЫННО-СТЕПНЫЕ ПОЧВЫ

Бурые пустынно-степные почвы распространены к югу от подзоны светло-каштановых почв и граничат непосредственно с зоной сероземов, занимая обширные пространства на юго-востоке европейской части СССР и Центрального Казахстана.

Следует отметить, что граница между светло-каштановыми и бурыми почвами в природе прослеживается по характеру растительности довольно легко.

В составе растительности бурых почв почти отсутствуют ковыль и типчак, преобладает ксерофитная полынь, в большом количестве появляются солянки и эфемероидный злак — мятлик луковичный. Эти наиболее приспособленные к сухости ксерофитный и галофитный полукустарники — полынь и солянка — являются господствующей ландшафтной формой флоры пустынной степи.

Почвообразующие породы представлены здесь главным образом третичными засоленными пестроцветными глинами, четвертичными бурыми тяжелыми суглинками, часто засоленными и карбонатными, а также лёссовидными суглинками и делювиально-элювиальными отложениями различного механического состава — продуктами выветривания массивно-кристаллических пород.

Почвообразование протекает в условиях пустынно-степного климата и крайне изреженного растительного покрова.

От каштановых бурые почвы отличаются меньшим содержанием перегноя и в связи с этим более светлой окраской. Общая мощность гумусовых горизонтов колеблется чаще всего от 15 до 25 см. Что касается количества перегноя в бурых почвах, то оно обычно не превышает 2%, причем перегной в данных почвах убывает в глубину столь же постепенно, как и в каштановых почвах.

Для них характерны высокое содержание карбонатов во всей почвенной толще, слабая выщелоченность и почти постоянная солонцеватость при неглубоком залегании гипсового горизонта.

Профиль бурых почв отличается некоторым своеобразием и имеет следующий вид.

Горизонт А — 10—15 см. Светло-бурой или палево-серой окраски, суглинистый, рыхлый; в верхней части нередко слоевато-пластинчатый; слабо пронизан корнями; распадается на пороховидные отдельности и легко растирается в порошок.

Горизонт В₁ — 15—25 см. Иллювиальный солонцеватый горизонт светло-коричневой окраски, иногда с красноватым оттенком; суглинистый, плотный, комковато-глыбистый или призмовидно-ореховатый, часто вертикально-трещиноватый, слабо пронизан корнями; вскипает от HCl.

Горизонт В_к — 25—45 см. Карбонатный суглинистый горизонт желтоватой окраски с коричневатым или красноватым оттенком, иногда светло-палевый, белесый от выцветов карбонатов; плотный, трещиноватый, выламывается столбиками, распадающимися на ореховатые отдельности. Бурно вскипает от HCl. Книзу карбонатный горизонт переходит в гипсовый горизонт В₂.

Горизонт В_г — 45—100 см. Суглинистый плотный горизонт, в котором встречаются новообразования гипса в виде прожилок и небольших стяжений. Особенно много гипса у почв, развитых на третичных гипсоносных породах.

Горизонт С — со 100 см. Лёссовидный плотный суглинок, в котором обнаруживается присутствие легко растворимых солей.

Вскипание карбонатов в бурых почвах нередко обнаруживается в средней части гумусового горизонта или же с поверхности. Реакция почвенного раствора верхних горизонтов обычно слабощелочная, а нижних — щелочная. В поверхностных горизонтах pH = 7,2—7,5, с глубиной увеличивается до 8,0—8,5.

Бурые почвы имеют небольшую емкость поглощения (15—20 м-экв на 100 г почвы), при этом максимальная емкость поглощения характерна для солонцеватого горизонта. В солонцеватом горизонте обнаруживается также максимум илистой фракции и полуторных окислов.

Поглощающий комплекс наряду с поглощенными Са и Mg содержит обычно незначительное количество и поглощенного Na.

В связи с малым содержанием перегноя и наличием в поглощающем комплексе катионов натрия бурые почвы отличаются непрочной структурой и уплотненностью, особенно в нижней части перегнойного горизонта.

В зависимости от содержания перегноя бурые почвы подразделяются на темно-бурые и светло-бурые разновидности.

Светло-бурые почвы, содержащие малое количество перегноя, являются переходной почвенной разновидностью к сероземам. Они отличаются более светлой окраской горизонта А, меньшей мощностью этого горизонта, снижающейся до 10—12 см, вскипанием с поверхности и наличием ясно выраженного горизонта скопления гипса, который залегает в среднем на глубине 50—60 см и может содержать гипса 20—25%.

Светло-бурые почвы широко распространены между Каспийским и Аральским морями, на Устье.

Почвенный покров подзоны бурых почв характеризуется значительной комплексностью и повышенной засоленностью, что

связано с разнообразием рельефа, характером почвообразующих пород и сухостью климата. Здесь наряду с несолонцеватыми часто встречаются солонцеватые бурые почвы. В местах, где третичные засоленные глины подстилаются очень близко или выходят на поверхность, образуются массивы солонцов и солончаков.

В подзоне бурых почв некоторое распространение имеют бурые лугово-степные почвы. Они залегают по депрессиям рельефа, имеющим характер лиманов, под луговой пустынно-степной растительностью и отличаются повышенным содержанием гумуса. Эти почвы характеризуются более темной окраской горизонта А, содержанием гумуса до 4% и заметно развитой дерниной.

Большинство бурых лугово-степных почв солончаковато, солонцевато или обнаруживает признаки осолодения.

По всему профилю у них обнаруживается скопление солей — карбонатов, сульфатов, иногда хлоридов. Помимо солей, по профилю наблюдается также скопление полуторных окислов.

Вместе с тем они имеют уплотненный горизонт В, который обычно трещиноватый, столбчатый или глыбистый.

Осолоделые бурые лугово-степные почвы отличаются наличием уплотненных переходных горизонтов, в верхней части которых обнаруживается скопление кремнезема. В нижних горизонтах этих почв иногда заметны признаки слабого оглеения.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ КАШТАНОВЫХ И БУРЫХ ПОЧВ

Зона каштановых и бурых почв имеет огромное народнохозяйственное значение как область возделывания по преимуществу зерновых культур, главным образом твердых пшениц. В настоящее время здесь сосредоточено большое количество крупных зерносовхозов и проводится освоение под пашни новых обширных массивов целинных и залежных земель.

В агропроизводственном отношении каштановые и бурые почвы значительно уступают черноземам, но тем не менее они являются потенциально достаточно богатыми и плодородными почвами и при соответствующей правильной агротехнике дают хорошие урожаи.

Эти почвы содержат около 0,15—0,20% валового азота, до 0,06—0,15% валовой фосфорной кислоты и около 0,5—1,0% валового калия, т. е. такие запасы главнейших питательных веществ, которые вполне обеспечивают возможность получения высоких урожаев.

Основными причинами, ограничивающими производительность каштановых и бурых почв, являются недостаток влаги, сухость климата и периодические суховей.

Поэтому всемерная борьба за накопление и удержание влаги в почве должна быть в центре всех агромероприятий, направленных на завоевание высоких урожаев в условиях сухой степи. Мероприятия по борьбе за влагу приобретают здесь еще более актуальное значение, чем в черноземной зоне.

Особенно большое значение в зоне каштановых и бурых почв имеют снегозадержание и агролесомелиорация. В борьбе за высокий и устойчивый урожай этим мероприятиям должно уделяться самое сугубое внимание.

Наряду с полезащитными лесными полосами и снегозадержанием большое значение в условиях сухой степи имеют культурная обработка почвы, создание глубокого пахотного слоя, обладающего высокой некапиллярной скважностью, а следовательно, способного полностью поглощать снеговые и ливневые воды и в меньшей степени расходовать их на испарение и уничтожение сорняков.

Огромную роль в этом отношении приобретает решительное улучшение водного режима почв путем применения правильного орошения как на местном стоке, так и на основе крупных гидротехнических сооружений на Днепре, Дону, Волге, Урале и других реках, пересекающих данную зону.

Особенно велико значение орошения в подзонах светло-каштановых и бурых почв, где дефицит влаги в почвах сказывается в наибольшей степени. Исключительно большое внимание в этих условиях всегда должно уделяться борьбе с ветровой эрозией.

Эта задача наиболее эффективно решается здесь введением правильных севооборотов, полосным размещением культур, особенно на землях, неоднократно подвергавшихся эрозии, и широким развитием системы полезащитных лесных полос.

Создание благоприятного водного режима в почвах сухой степи должно сочетаться с правильной системой применения удобрений.

Из органических удобрений первостепенное значение имеет навоз, из минеральных — наибольший эффект дают азотистые и фосфорноокислые удобрения.

В заключение следует отметить, что зона каштановых и бурых почв — это зона необъятной перспективы и широчайших возможностей в деле дальнейшего развития земледелия и животноводства в нашей стране.

ГЛАВА XIX

ПОЧВЫ СЕРОЗЕМНОЙ ЗОНЫ, ИЛИ ПУСТЫННЫХ СТЕПЕЙ И ПУСТЫНЬ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Географическое положение и площадь зоны. Сероземная зона, или зона пустынных степей и пустынь, расположена южнее зоны каштановых почв и занимает обширную низменность и предгорья республик Средней Азии (Узбекской, Туркменской, Таджикской, Киргизской), южную часть Казахской ССР и незначительную площадь на Кура-Араксинской низменности в Азербайджанской ССР.

Эта зона охватывает песчаные массивы Каракумов, Кызылкумов, современные и древние долины Аму-Дарьи, Теджена, Мургаба, Сыр-Дарьи, а также возвышенные плато Устюрта, Бет-Пак-Далы и Кара-Кемира.

Северная граница пустынной зоны проходит по долине р. Чу до южной оконечности озера Балхаш и далее, огибая его восточное побережье, подходит к Алакульской впадине. Она опоясывает в виде крайне извилистой линии, по высотам до 850 м над уровнем моря, предгорья Джунгарского Алатау, Заилийского Алатау, Киргизский хребет (до 1000 м) и на несколько больших высотах (до 1200—1400 м) — хребты Западного Тянь-Шаня и Памиро-Алая. Северной границей пустынной зоны являются области распространения полынных полупустынь с бурыми почвами, где среднегодовое количество осадков достигает в среднем 200 мм.

На западе границами ее служат побережья Каспийского и Аральского морей и южная часть плато Устюрт.

Значительные массивы сероземов залегают в Центральном Тянь-Шане — в глубоких межгорных долинах р. Нарына и р. Атбаши.

На юге сероземная зона переходит в пределы Афганистана и Ирана.

Наименее ясно очерчивается северо-западная граница сероземной зоны — от низовьев р. Сыр-Дарьи к западной око-

нечности Каратау и от последней к долине р. Чу (А. Н. Розанов).

Общая площадь сероземной зоны, включая и обширные массивы песчаных пустынь, составляет около 2200 тыс. кв. км, или около 10% территории СССР.

Исследование сероземов в нашей стране началось давно, и этому вопросу посвящены труды многих ученых. В изучении почв сероземной зоны принимали участие Л. И. Прасолов, С. С. Неуструев, И. П. Герасимов, Е. В. Лобова, А. Н. Розанов, Н. Н. Розов, И. Н. Антипов-Каратаев, А. И. Бессонов, О. А. Грабовская, Н. А. Димо, В. А. Ковда, У. У. Успанов, А. М. Дураков и др.

Наиболее обширные сведения о сероземах изложены в крупных монографиях А. Н. Розанова «Сероземы Средней Азии», Г. И. Ройченко «Почвы южной Киргизии» и Е. В. Лобовой «Почвы пустынной зоны СССР».

Тем не менее многие явления сероземнообразования изучены недостаточно, и в этом направлении предстоит еще многое сделать.

Природные условия почвообразования в сероземной зоне в значительной степени отличаются от природных условий других почвенно-климатических зон нашей страны.

Климат. По климатическим условиям эта зона может быть названа сухими субтропиками. Она характеризуется резко континентальным, крайне засушливым климатом с сухим и жарким летом и обилием солнечного света, которого здесь больше, чем в тропиках.

Средняя годовая температура составляет 13—17°, при этом максимальная температура воздуха летом превышает 40°, а в районах Термеза достигает 50°. Что же касается зимы, то она в этой зоне сравнительно холодная: морозы достигают — 30° (табл. 74).

Годовое количество осадков на большей части зоны составляет 100—250 мм, испарение же со свободной водной поверхности доходит до 1700 мм в год, причем более $\frac{2}{3}$ этого количества приходится на теплый период года (с апреля по сентябрь). Значительное количество атмосферных осадков выпадает в холодное полугодие, большая часть которого характеризуется положительными температурами. Меньше всего выпадает осадков в равнинной части сероземной зоны, по мере же поднятия в горы количество осадков возрастает.

Сероземная зона отличается длительным безморозным периодом, который в 1,5—2 раза длиннее, чем в районах распространения бурых и светло-каштановых почв.

Снеговой покров весьма незначительный — 2—5 см, обычно снег лежит 20—45 дней. Относительная влажность воздуха очень малая и в летние месяцы составляет в среднем 30—40%. Мини-

мальных величин относительная влажность воздуха достигает в июле и августе.

Таблица 74

Основные показатели климатических условий сероземной зоны
(по А. Н. Розанову)

Республика	Абсолютная высота (м)	Сероземы	Температура воздуха (градусов)		Среднее годовое количество атмосферных осадков (мм)
			средняя годовая	годовая амплитуда	
Южная часть сероземной зоны					
Туркменская	241	Пустынные	15,9	29,5	124
		Обыкновенные	14,8	25,5	242
Узбекская	221	Пустынные	15,1	29,4	128
Таджикская	810	Темные	14,6	29,9	510
Центральная часть сероземной зоны					
Казахская	237	Пустынные	12,5	34,1	176
	505	Обыкновенные и темные	12,2	26,8	463
Узбекская	273	Светлые	13,6	29,2	253
	458	Обыкновенные	13,6	28,1	352
Северная (семиреченская) часть сероземной зоны					
Казахская	452	Северные	9,5	34,6	249
	640	»	9,3	28,0	154

Некоторое, но в общем незначительное увлажнение воздуха наблюдается на берегах Каспийского моря и в прибрежной полосе таких крупных рек, как Аму-Дарья и Сыр-Дарья, а также в орошаемых районах, где слабо развитая в нижнем слое циркуляция атмосферы в теплое время года влечет за собой устойчивость повышенной относительной влажности, обусловленной обилием орошаемых земель.

Характерной особенностью климата сероземной зоны является резко выраженная контрастность гидротермического режима, заключающаяся в существовании двух явно обособленных фаз весенней влажной и теплой, но кратковременной, и летней — сухой и жаркой, значительно более продолжительной.

Контрастность климата данной зоны проявляется также в значительном непостоянстве температурного режима холодного полугодия и резком колебании количества атмосферных осадков как по годам и сезонам года, так и по отдельным месяцам, особенно в зимне-весеннее полугодие.

Бывают годы, когда в марте осадки совсем не выпадают или выпадают в количестве, значительно превышающем среднемесячные величины. Проходящие же временами летом обильные дожди почти не оставляют заметного следа вследствие высоких температур, господствующих в этот период года (А. Н. Розанов).

Растительность. Вследствие недостатка влаги растительность в сероземной зоне развита слабо и представлена в основном такими сухолюбивыми, как верблюжья колючка, белая полынь, солянки, прутняк, пустынная осока, и другими видами, которые, развиваясь отдельными куртинами, не образуют сплошного дернового слоя.



Рис. 18. Пустынная степь у Аральского моря.

На закрепленных песках здесь развиваются травянистые сообщества из мелких пыреев, костров, осок и разнообразных эфемеров, отличающихся коротким вегетационным периодом. Значительное распространение в этих условиях имеют кустарниковые астрагалы, песчаная акация, джужгун, белый саксаул и др.

Весьма характерными растениями для барханных песков являются злак селин, корнеотпрысковые травянистые растения — гелиотроп, турнефорция, затем кустарниковые солянки чогон, черкез и др.

В условиях залегания суглинистых почв сероземной зоны типичной является осоково-мятликовая растительность, фрагментарно встречающаяся почти по всему пустынному поясу. Такого рода островные участки осоково-мятликовой формации наблюдаются в южной части Устюрта и в Бадхызе, среди такыровых равнин в низовьях Сыр-Дарьи, и Кызылкумах и Каракумах, в равнинной Фергане и в Бухарских и Каршинских степях.

Наиболее значительное распространение осоково-мятликовая растительность получает в предгорном поясе, где выпадает несколько повышенное количество осадков. В этих условиях травянистая растительность образует сплошной покров, густо пронизывая своими корнями и корневищами поверхностный слой почвы.

В районах высоких предгорий хребтов Средней Азии, с высотами от 500 до 1500 м, преобладает осоково-злаковая растительность, состоящая преимущественно из пырея и луковичного



Рис. 19. Песчаная пустыня в Средней Азии.

ячменя, причем последнему принадлежит меньшая роль. Оба эти растения по ритму развития являются эфемероидами. Свободные от них участки почвы заняты мелкими травами эфемерами-однолетниками, представленными различными видами костров, луковичных и др. Из крупнотравных растений здесь нередко встречаются различные сложноцветные и зонтичные.

Наиболее же типичной растительностью, свойственной сероземной зоне, являются различного рода эфемеры, продолжительность развития которых обычно не превышает 30—45 дней. Начало развития их приурочивается обычно к началу апреля и продолжается до первых чисел июня. В июне—июле все эфемеры отмирают, степь высыхает, желтеет, продолжают вегетировать лишь некоторые многолетники, обладающие глубокой

корневой системой и по своей анатомической структуре хорошо приспособленные к перенесению засухи.

К сказанному следует добавить, что в образовании почв пустынных степей и пустынь существенную роль играют различного рода водоросли, лишайники и даже мхи. Однако состав этой низшей растительности, экологические ее особенности и характер развития в разных почвенных условиях сероземной зоны до настоящего времени изучены еще недостаточно.

Рельеф. Сероземная зона в значительной части расположена в Туранской низменности и на окружающих ее предгорьях. Преобладающей формой рельефа всюду являются низменные и бессточные равнины, изобилующие незначительными понижениями и повышениями. Туранская низменность включает обширные песчаные пространства, современные и древние дельты и староречья Сыр-Дарьи, Аму-Дарьи и Тургая и Сарыкамышскую впадину, а также песчаные пространства Западного и Келифского узбоев, т. е. долин древних русел рек.

С севера к Туранской низменности примыкает плато Устюрт, представляющее типичную столовую страну, сложенную верхнетретичными известняками и мергелями, под которыми залегают мощные толщи гипсоносных глин. Рельеф Устюрта равнинный, плоский, гидрографическая сеть почти полностью отсутствует; местами имеются глубокие котловины суффозионно-карстового происхождения.

К югу от Устюрта, между Туранской низменностью и Каспийским морем, расположено Красноводское плато. Оно сложено толщами известняков, мергелей и конгломератов третичного периода, местами прорезанных выходами изверженных пород.

С востока Туранская низменность окаймляется полосой предгорных равнин Тянь-Шаня и Памиро-Алая, а с юга низменность окружена предгорьями Копет-Дага и Паропамиза.

Почвообразующие породы. Почвообразующие породы, на которых развиваются сероземные почвы, весьма разнообразны — элювий изверженных, метаморфических и осадочных пород, переветренные пески, аллювиальные и пролювиальные отложения, лёссы и другие породы, отличающиеся в большинстве случаев значительной карбонатностью.

Типичный элювий, широко встречающийся на плато Устюрт, затем на возвышенных плосковершинных останцах коренных пород, или «кырах», Туркмении и южного Узбекистана, а также в некоторой части низкогорий Западного Тянь-Шаня, Памиро-Алая и Копет-Дага, представляют собой песчано-хрящеватую или щебневато-суглинистую массу, с глубиной постепенно обогащающуюся грубоскелетными элементами. Мощность элювиальной толщи обычно невелика и чаще всего колеблется от 30 до 120 см.

Переветные пески занимают громадное пространство Каракумов, Кызылкумов, Муюнкумов, центральной Ферганы и другие менее крупные районы песчаных массивов.

Отличительной чертой переветных песков является высокая отсортированность слагающих их механических элементов.

Кроме песчаных ветровых отложений, нередко встречаются суглинистые и глинистые эоловые наносы. Такого рода отложения обнаружены А. Н. Розановым в Ширабадской долине и в Западной Фергане.

Аллювиальные отложения, представленные чаще всего толщами суглинистых наносов, приурочены к современным и древним речным долинам. Среди почвообразующих пород Средней Азии эти отложения занимают значительные площади.

Пролувиальные отложения, представляющие наносы временных, периодически действующих быстротечных водных потоков, занимают большие площади в предгорных и межгорных долинах, а также в верховьях долин.

Мощность их значительно превышает мощность элювиев и нередко достигает 10 м и более. По строению и механическому составу они подразделяются на грубоскелетные и мелкоземистые отложения.

Наиболее типичными почвообразующими породами сероземной зоны являются лёссы и лёссовидные суглинки. Они занимают большие площади в области предгорных покатостей и верхних речных террас. Мощность их нередко достигает нескольких десятков метров.

Во многих случаях почвообразующие породы пустынных степей и пустынь отличаются заметной соленосностью.

ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В СЕРОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

Развиваясь в условиях резко континентального, крайне засушливого климата с сухим и жарким летом, сероземные почвы вместе с тем отличаются высокой биогенностью. Сущность ее заключается в весьма активно протекающей в сероземах минерализации органических веществ под влиянием жизнедеятельности различных организмов, которая здесь проявляется очень бурно, особенно в теплый и влажный весенний период (А. Н. Розанов).

Справедливость этого положения доказывается богатством почв сероземной зоны микроорганизмами.

По исследованиям М. Корсаковой, О. Шульгиной, В. Берсеневой, С. Норкиной, П. Самсонова, А. Бродского и М. Кононовой, общее количество микроорганизмов в сероземных почвах достигает огромной величины. Особенно много в них бактерий, участвующих в превращениях азота, — нитрифицирующих организмов и азотобактера. Кроме того, сероземные почвы содержат

в большом количестве Protozoa, активно участвующих в процессах превращения органических веществ.

Благодаря высокой биогенности почвообразовательного процесса в кратковременные периоды достаточного увлажнения растительные остатки быстро минерализуются. Поэтому в сероземных почвах, как правило, образуется мало гумуса.

Следует также отметить очень активное участие в почвообразовании сероземной зоны различных животных. Наиболее активную деятельность в этом отношении проявляют дождевые черви, термиты, жуки-навозники и кравчики, ящерицы, черепахи, змеи, тушканчики, песчанки и др.

Не менее характерной чертой почвообразования в сероземах является процесс оглинивания, т. е. процесс разложения первичных и образования и накопления вторичных минералов. Процесс оглинивания в заметной степени происходит главным образом в поверхностных горизонтах сероземов.

При промачивании в зимне-весеннее время из почвы в некоторой степени выносятся легко растворимые соли, а отчасти и карбонаты. В продолжение же сухого и жаркого периода возможно подтягивание к поверхности почвы карбонатов и легко растворимых солей. В связи с этим в сероземах имеет место формирование иллювиального карбонатного горизонта.

Существенной и весьма характерной особенностью сероземных почв является относительно незначительное содержание гумуса и весьма малая дифференциация почвенной толщи на горизонты, в результате часто даже невозможно выделить перегнойный горизонт, который сливается с нижележащими генетическими горизонтами. Наряду с этим большинству сероземных почв присуще почти полное отсутствие элементов водопрочной макроструктуры при наличии хорошо выраженной и устойчивой микроагрегатности. Нередко эти почвы обладают явными признаками солонцеватости и солончаковатости.

Однако на огромном протяжении сероземной зоны эти признаки в значительной степени варьируют, вследствие чего почвенный покров описываемой зоны отличается большой сложностью и разнообразием.

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Все многообразие сероземных почв, по данным А. Н. Розанова, может быть сведено к трем основным типам: сероземы, пустынные сероземы и такырные почвы.

Существенные свойства и особенности каждого из этих почвенных типов сводятся к следующему.

Сероземы. Сероземы залегают в пустынно-степном поясе Средней Азии, где атмосферные осадки выпадают крайне неравномерно. Общее количество атмосферных осадков колеблется от

150 до 600 мм. В основном они выпадают в холодное и прохладное время года, причем 35—50% приходится на короткую теплую весну (А. Н. Розанов). Сероземы занимают области древних речных террас, пролювиальные склоны, предгорья, а часто заходят и в область низкогорий.

В зависимости от условий развития, а также от морфологических и физико-химических свойств сероземы подразделяются на 6 подтипов: северные, типичные, солончаковатые, солонцеватые, глееватые и орошаемые.

Северные (или семиреченские) сероземы распространены в северных районах сероземной зоны, в частности в Семиречье. Почвенный профиль этих сероземов складывается из следующих горизонтов.

Верхнего гумусового горизонта А' мощностью до 7—10 см, светло-серой окраски, иногда с буроватым оттенком, слабо задернованного, рыхловатого сложения; верхняя часть, до 4 см часто обособляется в виде слоеватой пористой корочки.

Горизонта А'' до глубины 20 см; он выделяется уплотненностью сложения и склонностью к вертикальной трещиноватости; по структурности—грубокомковатый и даже глыбистый. Граница с нижележащими—волнистая, иногда языковатая.

Переходного гумусового горизонта (В) еще более осветленной окраски с легким буроватым оттенком, рыхловатого сложения (исключая солонцеватые разновидности, где он становится уплотненным), характерно слабое проявление в нем деятельности землероев.

В сероземах равнин с глубины 35—50 см, а в сероземах предгорий с 60—70 см появляются неясные карбонатные выделения, вследствие чего образуются участки местного уплотнения. Нижняя часть горизонта В представляет собой собственно иллювиальный горизонт, выделяющийся белесоватым оттенком. Мощность этого горизонта 30—50 см.

С глубины 80—120 см залегает рыхлая, пористая, бесструктурная масса лёссовидных суглинков или других материнских пород.

А. Н. Розанов пишет: «По степени выраженности гумусового профиля, выщелоченности и другим признакам северные сероземы разделяются на светлые и обыкновенные. Светлые северные сероземы отличаются маломощностью гумусового профиля (30—60 см) и относительно повышенной карбонатностью. Они распространены главным образом на равнинах и пролювиальных склонах.

Обыкновенные северные сероземы чаще всего встречаются в области предгорий; они отличаются от первых повышенным содержанием гумуса и несколько большей мощностью гумусового горизонта, достигающей 50—80 см; вскипание с поверхности более слабое, а иногда с трудом прослеживается».

О химических свойствах этих почв наглядное представление дает табл. 75.

Таблица 75

Химический состав (в процентах к весу абсолютно сухой навески) северных сероземов
(по А. Н. Розанову)

Глубина (см)	Гумус	CO ₂	В водной вытяжке содер- жится				Частиц <0,002 мм	Поглощенные основания				
			сухой остаток	HCO ₃	Cl	SO ₄		сумма (м-экв. на 100 г поч- вы)	процент от суммы			
									Ca	Mg	K	Na
0—8	1,30	2,89	0,088	0,054	Следы	Нет	7,15	9,17	84,5	8,9	6,1	0,5
9—12	1,02	3,45	0,082	0,054	»	»	10,65	8,24	81,9	10,0	6,5	1,6
30—40	0,70	4,05	0,066	0,048	Нет	»	11,70	8,25	74,2	17,1	3,5	2,2
60—70	0,48	4,51	0,094	0,080	Следы	»	13,75	7,88	65,0	26,4	6,3	2,3
85—90	Не опре- делял- ся	7,83	0,120	0,078	0,007	0,006	Не определялось					
140—160	То же	7,59	0,163	0,030	0,033	0,048	»	»				
190—200	»	—	0,221	0,023	0,030	0,096	»	»				

Типичные разновидности северных сероземов — несолонцеваты и содержат ничтожное количество воднорастворимых солей во всей 1,5—2-метровой толще. Для них характерна слабая карбонатность верхней части профиля и высокая в нижних горизонтах. Емкость обмена колеблется в пределах 8—10 м-экл на 100 г почвы. Они отличаются малым содержанием перегноя. В светлых сероземах равнин его содержится 0,8—1,7%, а в обыкновенных сероземах предгорий 1,5—3%.

Типичные сероземы распространены в центральной, основной части сероземной зоны, характеризующейся крайне сухим летом, влажной и теплой весной и очень неустойчивой в отношении погодных условий зимой. Среднегодовое количество осадков здесь составляет 150—600 мм.

Общими существенными признаками этих сероземов, по А. Н. Розанову, являются следующие: 1) малая, но более высокая, чем в северных сероземах, гумусность при относительно большей мощности гумусовых горизонтов; 2) высокая поверхностная карбонатность при хорошей морфологической выраженности иллювиально-карбонатных горизонтов; 3) выщелоченность от легко растворимых солей верхних слоев при наличии в нижних частях почвенного профиля иногда значительных их скоплений; 4) хорошее развитие биогенных видов сложения и структуры при почти полном отсутствии элементов макроструктурности

и физического сложения, образуемых факторами физико-химического характера.

По особенностям строения почвенного профиля различаются следующие виды типичных сероземов: светлые, обыкновенные и темные.

Типичные светлые сероземы распространены в наиболее сухой и жаркой части сероземной зоны. Она занимает области высоких речных террас, подгорных (пролювиальных) равнин и низких предгорий в тех местах, где исключено влияние грунтового увлажнения. Типичные светлые сероземы содержат около 1—1,5% гумуса, в отдельных случаях до 2,2%. Общая мощность гумусового горизонта колеблется в пределах от 40 до 70 см.

Общее количество воднорастворимых веществ в верхней, средней и нижней частях профиля незначительное и представлено оно главным образом бикарбонатами щелочноземельных и частично щелочных оснований и частично органическими соединениями. Начиная с глубины около 1,5 м, где обнаруживаются гипсовые горизонты, общее количество воднорастворимых солей резко возрастает в основном за счет сульфатов.

Следует также отметить, что типичные светлые сероземы отличаются весьма незначительным содержанием элементов водопрочной макроструктуры и в то же время хорошо выраженной водопрочной микроструктурой.

Благодаря водопрочной микроструктуре они отличаются хорошо выраженной пористостью и обладают достаточно благоприятными водными и воздушными свойствами.

Типичные обыкновенные сероземы в большинстве случаев занимают область высоких частей предгорных равнин, холмистых предгорий и низких гор. Почвенный профиль их складывается из тех же горизонтов, что и светлых сероземов, но лучше выражен как по гумусовой окраске, так и по более четкому проявлению карбонатных выделений.

В физико-химическом отношении обыкновенные типичные сероземы близки к светлым сероземам. В них содержится до 1,5—2,5% гумуса. Количество CO_2 в горизонте А колеблется в пределах 2—8%, в карбонатно-иллювиальном горизонте содержание CO_2 возрастает до 7—11%.

Общее содержание легко растворимых веществ в обыкновенных типичных сероземах до гипсового горизонта обычно меньше 0,1%, причем Cl' и SO_4'' нередко отсутствуют в верхней части профиля. Общая щелочность (HCO_3') в них несколько меньше, чем в светлых сероземах, величина рН такая же, как и в других вариантах сероземов. В составе обменных оснований преобладающее место занимают кальций и магний, при этом поглощенный натрий в верхних частях почвенного профиля нередко совсем отсутствует (А. Н. Розанов).

Обыкновенные сероземы отличаются хорошо выраженной микроструктурой и значительной порозностью.

Темные сероземы распространены в области высоких предгорий и низких гор, где в растительном покрове большое участие принимают различные крупнотравные многолетники и корневищные злаки на фоне обычных для светлых и обыкновенных сероземов эфемерово-эфемероидных сообществ с редкими кустарниками и деревцами фисташки.

Темные сероземы представляют собой следующую ступень вертикальной зональности типичных сероземов.

В отличие от других представителей сероземных почв темные сероземы содержат в верхнем горизонте 2—4,5% гумуса и повышенное количество общего азота, нередко достигающего 0,30—0,35%. Содержание CO_2 в верхнем горизонте обычно не превышает 4—6,6%, а в карбонатно-иллювиальном увеличивается до 10—14,5%.

Легко растворимые соли и гипс в данных почвах отсутствуют до больших глубин, исключая остаточно-солончаковатые темные сероземы, у которых солевой и гипсовый горизонты залегают на глубине 100—150 см от поверхности.

В связи с повышенной гумусностью емкость обмена у темных сероземов увеличивается до 10—18 м-экв на 100 г почвы. По составу поглощенных оснований они близки к светлым и обыкновенным сероземам и отличаются от последних лишь относительно меньшим содержанием обменных Mg, K и Na в верхней и средней частях профиля. Вместе с тем темные сероземы обладают несколько лучшей структурностью и пористостью по сравнению с другими почвенными образованиями сероземной зоны.

Солончаковатые сероземы распространены преимущественно в тех местах сероземной зоны, где имеется повышенное грунтовое увлажнение или сказывается влияние близости соленосных почвообразующих горных пород.

Отличительная особенность солончаковатых сероземов состоит в том, что хлориды и сульфаты в них являются почти постоянными компонентами почвенных растворов, циркулирующих в нисходящих и особенно в восходящих токах в средних и нижних частях профиля.

В результате повышенного увлажнения и под действием сопровождающего его засоления почвенный профиль солончаковатых сероземов приобретает более рыхлое сложение.

Кроме солончаковатых сероземов, в природе встречаются еще остаточно-солончаковатые сероземы. «Они распространены главным образом на предгорьях и горных склонах, где имеют место выходы соленосных пород. В их профиле на глубине от 70 до 150 см обычно залегает гипсовый горизонт. Нижняя часть профиля, строго приуроченная к гипсовому гори-

зонту, отличается резко выраженной засоленностью. Надгипсовая же часть профиля практически не засолена — содержание в ней легко растворимых солей исчисляется в 0,1—0,2% и сотыми долями процента, т. е. так же, как и в типичных сероземах» (А. Н. Розанов).

Солонцеватые сероземы распространены главным образом в поясе светлых сероземов, приуроченных к области аккумуляции солей щелочных оснований.

«Морфологически солонцеватость в сероземах проявляется в образовании сильно уплотненных осолонцованных горизонтов буроватых, а иногда и шоколадных тонов, в окраске более или менее трещиноватых, с комковатой, глыбисто-комковатой, а в отдельных случаях и столбчато-призмовидной структурой. Осолонцованные горизонты обыкновенно бывают приурочены к переходной гумусовой части профиля. Характерно также появление карбонатной белоглазки.

Мощность осолонцованных горизонтов колеблется в пределах от нескольких сантиметров до 1 м. При сильном развитии солонцовых явлений поверхностные горизонты также приобретают сильную уплотненность, трещиноватость и другие признаки осолонцеватости» (А. Н. Розанов).

Глееватые сероземы встречаются главным образом в тех районах подгорных равнин, где имеет место приближение к поверхности выклинивающихся по преимуществу пресных грунтовых вод. Длительное переувлажнение этих почв и вызывает их оглеение.

По мощности гумусового профиля и содержанию гумуса различаются светлые и темные глееватые сероземы. Светлые глееватые сероземы приурочены почти исключительно к поясу светлых сероземов, а темные их разновидности встречаются главным образом среди обыкновенных сероземов.

Характерная особенность глееватых сероземов — сильная омергелеванность нижних слоев. Содержание карбонатов CO_2 в этих горизонтах достигает 12—20% и более. В темных глееватых сероземах замечается несколько повышенное количество крупных агрегатов, но главное значение для водно-физических свойств, как и вообще во всех сероземных почвах, имеет микроструктура.

Орошаемые сероземы распространены в орошаемых районах, где поливная культура не внесла особенно резких изменений в почвы и они продолжают еще сохранять многие признаки сероземов целинных земель — типичных, солончаковых, солонцеватых и др.

Существенной особенностью орошаемых сероземов служит наличие в их профиле таких морфологических признаков прошлого (докультурного) периода развития этих почв, как карбонатно-глазковые, или конкреционные, первично-гипсовые, пер-

вично-солонцеватые, первично-омергелесванные горизонты, которые на современной стадии существования должны быть отнесены к числу остаточных (А. Н. Розанов).

Пустынные сероземы. Пустынные сероземы распространены в наиболее жаркой, пустынной части сероземной зоны. Они занимают значительные пространства на плато Устюрт, Бет-Пак-Дала, на Узбое, в Каракумах, Кызылкумах и нередко на подгорных равнинах.

Почвообразующими породами для пустынных сероземов служат четвертичные аллювиальные наносы, а также делювий и элювий самого различного механического состава.

Пустынные сероземы в последнее время наиболее обстоятельно изучены Е. В. Лобовой и выделены в особую группу пустынных почв под названием серо-буро-пустынных почв.

Главнейшими представителями серо-бурых почв являются следующие: серо-бурые несолонцеватые почвы, серо-бурые солонцеватые и серо-бурые примитивные.

Серо-бурые несолонцеватые почвы формируются на рыхлых породах под полынно-боялычной и полевой растительностью и характеризуются следующим профилем.

«Сверху легко отслаивается палево-серая и серая корка мощностью 2—4, реже 5 см. Корка ячеисто- и мелкопористая. Под коркой выделяется тоже палево-серый слоеватый горизонт, обычно довольно рыхлый, иногда он приобретает не только слоеватую, но и пластинчатую структуру. Слоеватый горизонт заканчивается на глубине 10 см, т. е. достигает 5—7 см толщины.

Под палево-серым слоеватым горизонтом, по хорошо заметной границе, выделяется уплотненный комковатый, реже призмовидно-комковатый горизонт. Этот горизонт имеет коричневатый, более темный (с кирпичным оттенком) цвет, чем верхние слои. Он уплотнен, но не солонцеват. Отсутствует характерная для солонцеватых горизонтов гляцевитость. Солонцеватость не обнаруживается и аналитически.

В верхней части уплотненного горизонта, а реже по всему горизонту выделяются карбонатные, округлые стяжения (белоглазка). В нижней части уплотненного горизонта с глубины 18—20—25 см появляются выделения гипса в форме жилок и чаще всего в форме желтоватых кристаллов.

Уплотненный горизонт в суглинистых почвах заканчивается на глубине 25—30 см. В почвах Устюрта, например, по данным С. А. Шувалова, профиль серо-бурых несолонцеватых почв достигает мощности 60 см, причем корка не превышает 5 см, а слоеватый профиль кончается на глубине 12—19 см. Почвы подобного профиля свойственны Устюрту, Кызыл-Кумам, Кара-Кумам, южной Туркмении, южному Узбекистану (Шарабадская долина), Бет-Пак-Дале» (Е. В. Лобова).

Серо-бурые несолонцеватые почвы отличаются малым содержанием гумуса, количество которого в большинстве случаев не превышает 0,3—0,7%. Содержание азота в них достигает 0,04—0,07%, содержание P_2O_5 колеблется в пределах 0,07—0,1%. Количество валового калия (K_2O) достигает 1% и более. Емкость поглощения в глинистых серо-бурых почвах не превышает 9 м-экв и колеблется обычно от 5 до 9 м-экв. Количество поглощенного Na в них невелико и во многих случаях колеблется от 0,07 до 0,16 м-экв.

Засоленность легко растворимыми солями до глубины 30—50 см обычно слабая — от 0,05 до 0,1 и 0,2%. В составе солей преобладают сульфаты Ca и Mg. Хлориды Ca, Mg и Na иногда преобладают в подстилающих почву породах. В нижней части почвенных горизонтов очень часто появляется гипс.

Характерная особенность серо-бурых почв — максимум содержания карбонатов (CO_2) в верхних горизонтах и уменьшение их внизу — хорошо прослеживается в их профиле. Исследования С. А. Шувалова показывают биогенное накопление карбонатов в верхних горизонтах данных почв (Е. В. Лобова).

Серо-бурые солонцеватые почвы значительно распространены в виде сплошных массивов или в комплексе с почвами несолонцеватыми или солонцеватыми на Устюрте и в Кызылкумах.

Они отличаются от несолонцеватых более грубым и плотным сложением корки, вследствие чего поверхность этих почв плотная, с трещинами, которые иногда заходят на глубину 20—30 см. Эти почвы обладают повышенной щелочностью (от 0,06 до 0,08%). По данным механического анализа, в отдельных разрезах наблюдается увеличение глинистости, а по валовым анализам обнаруживается явное увеличение R_2O_3 в средней части профиля.

Общая засоленность этих почв больше при частом преобладании хлоридов и сульфатов натрия (Е. В. Лобова). В большинстве случаев засоленность верхних горизонтов серо-бурых солонцеватых почв незначительна, в почвах с сильно разреженной растительностью иногда появляется солончаковатость в корке. Содержание гипса сверху около 0,1%. Емкость поглощения достигает 5—10 м-экв, причем в солонцеватых горизонтах она относительно больше.

Серо-бурые примитивные почвы — пустынные почвы с неразвитым профилем. Они широко распространены на более молодых участках аллювиальных равнин.

Эти почвы не имеют хорошо развитых дернинных горизонтов, свойственных сероземам. Они развиваются под солянковой растительностью с редкими эфемерами. На поверхности этих почв имеется хрупкая пористая и слоистая корочка, которая

в более глинистых почвах бывает лучше выражена. Под хрупкой корочкой выделяется слоистый горизонт (мощность 10—12 см). Содержание гумуса в данных почвах колеблется от 0,2 до 0,5% и лишь в отдельных случаях превышает 1%.

Распределение карбонатов по профилю не отражает какого-либо их передвижения. В солевом профиле их присутствуют и хлориды и сульфаты с некоторым преобладанием сульфатов. Емкость поглощения серо-бурых примитивных почв обычно не велика и чаще всего колеблется от 9 до 13 м-экв на 100 г почвы.

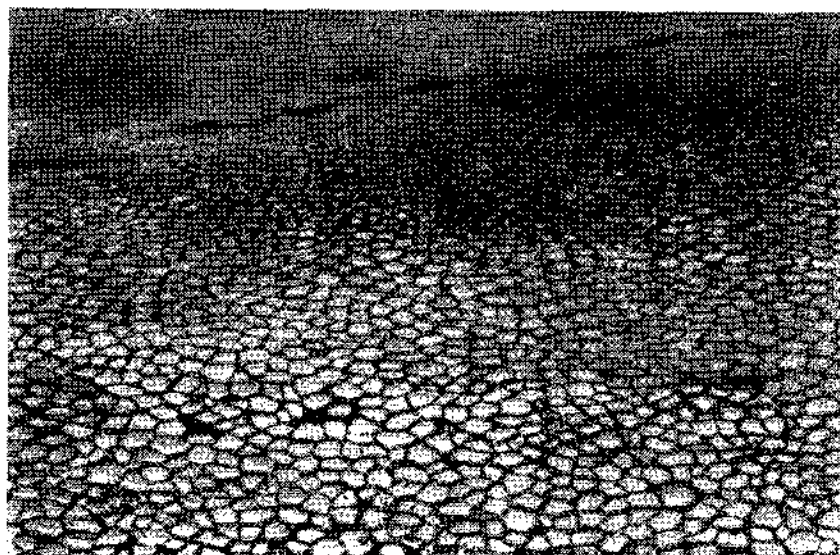


Рис. 20. Поверхность такыра.

Такыровые почвы. В условиях пустынных областей местами встречаются своеобразные почвенные образования под названием такыры.

Слово «такыр» на языке народов Средней Азии означает гладкую и твердую поверхность. И, действительно, этот термин весьма верно отражает характерные черты такыров.

Развитие такыров приурочено обычно к микрорельефным или мезорельефным понижениям, которые весной и поздней осенью служат местом стока дождевых и талых снеговых вод. Во многих случаях такыры лишь временами увлажняются до вязкого состояния, пребывая большую часть года в крайней сухости.

Отметим в самых общих чертах их существенные особенности.

В своем типичном выражении такыры имеют гладкую, как бы полированную поверхность, разбитую неглубокими трещинами на ряд паркетобразных многоугольников, имеющих в поперечнике 10—15—20 см.

Развиваясь в условиях высоких температур летом и низких температур зимой при весьма ограниченном количестве осадков, такыры отличаются плотным сложением и бесструктурностью. Они плохо пропускают воду и в то же время легко ее отдают. При дождях и поливах такырные почвы быстро размокают, а при испарении влаги образуют на своей поверхности корку, создающую неблагоприятные условия для сельскохозяйственных культур. Вместе с тем такыры весьма различаются по отношению к обработке, начиная от легко поддающихся вспашке и кончая крайне плотными.

По окраске такырные почвы также различны; в большинстве случаев они имеют светло-серую окраску.

Участки, занятые такырами, почти не имеют растительности.

На них лишь ранней весной и поздней осенью, в период выпадения осадков, появляются в небольшом количестве эфемеры. Они быстро заканчивают свое развитие и вследствие этого оставляют в почве очень мало органического вещества почвы. К тому же на такырах процессы разложения органического вещества протекают ускоренно.

Следует отметить, что наряду с поверхностями, лишенными растительности, на такырах иногда встречаются в виде западин почвы лугового типа. Они зарастают летом верблюжьей колючкой и полынью, а весной, кроме того, лисохвостом, мятликом, арпаганом и другими растениями. Луговые вкраплины образуются благодаря талым и дождевым водам, которые, притекая с гор в пониженные места такыра, застаиваются здесь и промывают почву от солей на значительную глубину.

Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что образование всех такырных почв в природе характеризуется массовым развитием на них биогенозов низших растений, главным образом сине-зеленых водорослей и лишайников. В связи с этим такыры являются в такой же мере биологическим образованием, как и всякая другая почва в природе.

Такыры отличаются специфическими особенностями строения почвенного профиля. Они покрыты сверху весьма прочной коркой мощностью около 3—5 см. В нижней ее части наблюдается более грубое сложение и коричневатая окраска. Под коркой обычно выделяется крупнослоеватый плитчатый слой, по окраске близкий к нижней части корки. Мощность этого слоя невелика и чаще всего не превышает 5—8 см.

Ниже плитчатого слоя залегает слабо измененная почво-образовательным процессом материнская порода различного механического состава, обычно засоленная.

Солончаковые такыры имеют плотную корку, и соли в них в значительном количестве, в форме видимых глазом выделений, появляются уже в плитчатом горизонте. Опесчаненные такыры содержат некоторую примесь песка и обладают менее плотной коркой. Более того, в сильно опесчаненных такырах корка оказывается даже погребенной под слоем песка и теряет вследствие этого свою характерную структуру. Опесчаненные такыры, как правило, засолены менее, чем типичные их разновидности.

Такыры весьма бедны органическим веществом, которого содержится в большинстве случаев менее 1%. Исключение составляют лишь западины лугового типа, где благодаря несколько лучшему развитию растительности количество перегноя в такыре может достигать 2—3%. Водные вытяжки такыров показывают сравнительно небольшое засоление в корке и в подкорковом слое и явную солончаковатость с глубины 10—15 см.

Из солей здесь чаще всего содержатся хлориды Са и Na. Среди обменных катионов заметное участие в такырах принимает поглощенный натрий. Присутствие его сообщает такырам ряд неблагоприятных свойств, высокую дисперсность, бесструктурность, слабую фильтрационную способность и особую плотность при высыхании, исключающую возможность нормального развития здесь корневых систем растений.

Такыры и такырообразные почвы, следовательно, представляют весьма своеобразную группу почв, генетически тесно связанных с солонцами. Развитие такыров приурочено исключительно к условиям пустынных и полупустынных областей. Широкое распространение такыры имеют главным образом в нижних и средних частях подгорных равнин, на аллювиальных равнинах и сухих дельтах Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи.

Довольно часто встречаются такыры в прикаспийской полосе, где процессы такырообразования происходят на соленосных современных и древнекаспийских отложениях. Ничтожными пятнами вкраплены такыры среди песков в Каракумах, главным образом по депрессиям рельефа между песчаными всхолмлениями.

В зависимости от условий образования и химических свойств такыры подразделяются на 3 подтипа: типичные подкорково-солончаковые, солонцеватые и хаковые такыры (Е. В. Лобова).

Типичные подкорково-солончаковые такыры развиваются преимущественно на равнинных пространствах с периодически застаивающимися водами. Они засолены под коркой и в силу тяжелого механического состава мало фильтруют воду. Они обычно засолены с глубины 5—10 см, а нередко и с 20—30 см.

Типичные солончаковые такыры, засоленные с глубины 5—10 см, отличаются хорошо выраженной ячеисто-пористой плотной коркой и слоеватым горизонтом. Поверхность их плотная, полигонально-трещиноватая; полигоны диаметром 8—10 см имеют правильную форму и хорошо выделяются; глубина трещин небольшая — 1—2 см.

Это наиболее широко распространенные типичные такыры с розовыми водорослями. Они плохо водопроницаемы, и атмосферные осадки почти не фильтруются, застаиваются на поверхности и испаряются. В этих такырах корка обессолена, засоление же подкорковых горизонтов достигает 1—3%. Скопление гипса в них обнаруживается по всему профилю в количестве 0,3%. Максимальное скопление гипса чаще всего наблюдается под коркой, а в более глубоких слоях — по глинистым породам.

Засоленность по профилю этих почв в значительной степени зависит от первичной засоленности аллювиальных отложений, на которых они развиты.

Типичный профиль данных почв характеризуется следующими чертами (Е. В. Лобова).

Поверхность полигонально-трещиноватая плотная, водорослей нет, четвертая терраса Узбоя, у колодца Ак-Яйла

Горизонт 0—3 см. Корка пористая глинистая.

Горизонт 3—13 см. Плоско-чешуйчатый, рыхловатый, глинистый.

Горизонт 13—19 см. Крупнопластинчатый, глинистый, с солями.

Горизонт 20—110 см. Плотная палевая глина.

Горизонт 110—250 см. Серовато-желтый сухой мелкозернистый песок.

Горизонт 250—550 см. Светло-серая сухая глина.

Типичные подкорково-солончаковые такыры содержат преимущественно хлориды и сульфаты натрия и в водных вытяжках из верхних слоев часто наблюдается повышенная общая щелочность. Присутствие соды в отдельных разрезах обнаруживается на глубине до 1 м. Содержание гумуса в них невелико и обычно не превышает 0,2—0,5%, причем такое же количество гумуса нередко обнаруживается и в глубоких горизонтах почвы.

Что же касается такыров типичных солончаковых, засоленных с 20—30 см, то они отличаются более глубоким положением засоленных горизонтов. Несколько большая промытость этих такыров связана или с большим их водосбором, или с более лучшей проницаемостью пород, на которых они развиты. В них полигональные отдельности более выпуклы, трещины между отдельностями проникают на 3—4 см. Корка у них слитная, ячеисто-пористая; подкорковые горизонты иногда приобретают буроватый цвет.

Верхние горизонты солончаковых такыров слабо засолены преимущественно хлоридами; в них же нередко обнаруживается сода.

Солонцеватые такыры отличаются более значительной промытостью, что связано во многих случаях с лучшей фильтрацией. У таких такыров полигональные поверхности неглубоко трещиноваты, но уплотнены, а механический состав всей почвы менее глинист.

В верхних горизонтах солонцеватого такыра до 15 см обнаруживается повышенная щелочность и присутствие соды. Осолонцование их происходит вследствие промывания в результате долгого стояния весенней воды.

Хаковые такыры образуются главным образом в западинах среди такырных равнин, где сток отсутствует и весенние воды задерживаются дольше всего, медленно фильтруются, выщелачивают и осолонцовывают почву. Хаковые такыры занимают незначительные площади и практического значения не имеют. В большинстве случаев они промыты до глубины 1 м и более.

Эти такыры резко отличаются по характеру поверхности, которая разбита также на полигоны, но эти полигоны еще более сильно выпуклы, а трещины между ними глубокие (10—12 см). Корка хаковых такыров слитная, грубая, малопористая, отделяется от нижележащих горизонтов плохо.

Подкорковые горизонты распадаются на крупные глыбы, они большей частью солонцеваты. Засоление их чаще всего сульфатное. Содержание гумуса в них несколько повышенное и нередко достигает 0,5—0,6%.

ВАЖНЕЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПЛОДОРОДИЯ СЕРОЗЕМОВ И ТАКЫРОВЫХ ПОЧВ

В сельскохозяйственном отношении сероземные почвы отличаются большой производительностью. Они заключают в себе значительный запас питательных веществ и при рациональном орошении дают высокие урожаи.

Так, содержание валовой фосфорной кислоты в верхнем горизонте сероземов колеблется, в зависимости от состава почвообразующей породы от 0,1 до 0,3%, при этом количество подвижной P_2O_5 в большинстве случаев выражается 8—14 мг на 100 г почвы. Валовое содержание калия в них высокое и очень часто достигает 1,5—3%, но только незначительная часть его находится в доступной форме.

Особенно богаты сероземы кальцием, магнием, серой и содержат в значительном количестве необходимые для культурных растений микроэлементы: бор, марганец, медь, титан, кобальт, никель, барий, цезий, литий, хром и серебро. Валовое

содержание марганца колеблется от 0,07 до 0,28%, титана от 0,17 до 0,51%; содержание бора в сероземах обычно выше, чем в черноземах, дерново-подзолистых и других почвах.

Вместе с тем сероземы отличаются малым содержанием перегноя и в связи с этим бедны азотом. Количество общего азота в них колеблется от 0,08 до 0,30%, повышаясь в соответствии с содержанием перегноя от светлых сероземов и серо-бурых почв к темным сероземам.

Сероземные почвы обладают малой прочностью структуры и в то же время высокой прочностью микроагрегатов, обусловленной значительную порозность и водопроницаемость.

Зона сероземных почв является областью древнейшей земледельческой культуры, зарождение которой относится к VIII—VII столетиям до нашей эры. Здесь издавна возделываются ценнейшие культуры — хлопок, рис, виноград и др.

Само собой разумеется, что интенсивно и рационально использовать сероземы, залегающие в условиях крайне засушливого климата, можно только при искусственном орошении.

Поэтому правильная организация полива посевных площадей в сероземной зоне является первоочередным и решающим условием в борьбе за высокие и устойчивые урожаи возделываемых здесь сельскохозяйственных культур.

Существенным звеном в системе орошаемого земледелия являются хлопково-кукурузно-люцерновые севообороты.

Для повышения плодородия сероземов большое значение имеют органические и минеральные удобрения.

Обогащение почв органическим веществом производится путем внесения навоза и посева сидеральных растений с последующей запашкой их в почву.

Из минеральных удобрений на сероземах первостепенное значение имеют азотные и фосфорные. Азотные удобрения вносятся в форме аммиачной селитры и особенно сульфата аммония, а фосфорные — в виде гранулированного суперфосфата. Значительный эффект, особенно на истощенных почвах, дают калийные удобрения.

Следует также отметить, что кроме орошаемого земледелия в сероземной зоне, главным образом в полосе предгорий на высоте от 300 до 2000 м, широко распространено неполивное, богарное земледелие.

Исключительно важное значение на богаре имеют мероприятия по накоплению и сбережению влаги в почве: глубокая зяблевая вспашка, снегозадержание в зимний период, раннее весеннее боронование и культивация зяби, своевременный посев и содержание полей в чистоте от сорной растительности, в сильной степени иссушающей почву.

Что же касается такыровых почв, то при их освоении и вовлечении в культуру требуются специальные мелиорации.

В комплексе мелиоративных мероприятий по улучшению такыров важнейшую роль должны играть глубокая вспашка, пашение, внесение навоза, минеральных удобрений и сидерация.

Мелиорацию такыров надо начинать с глубокой плантажной вспашки, промывок в случае засоленности почв, посева с осени озимых растений — пшеницы, ячменя, вики и др.

Лучшим фоном при освоении такыров является плантажная вспашка с последующей промывкой почвы от избытка солей. Глубокая вспашка способствует лучшему проникновению воды в почву и лучшей промывке ее от солей. При этом вывернутый на поверхность при вспашке гипсовый слой, имеющийся в такырах, усиливает обменную реакцию между гипсом и поглощенным натрием почвы и тем самым ускоряет ликвидацию в пахотном слое щелочной реакции.

Под влиянием агротехнических воздействий в такырах улучшаются физические свойства и водновоздушный режим, повышается содержание органического вещества и азота и создаются благоприятные почвенные условия для возделывания различных сельскохозяйственных растений, в том числе главнейшей в этой зоне культуры — хлопчатника. Большое значение при освоении и использовании такыров имеет зеленое удобрение.

Все эти агромероприятия должны проводиться на фоне высокой агротехники и правильного ведения поливов.

ГЛАВА XX

БУРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ

Впервые термин «бурые лесные почвы» был применен казанским почвоведом Р. В. Ризположенским в 1892 г. при исследовании лесных почв Заволжской степи, развитых на красно-бурых мергелистых глинах. Через 13 лет после Р. В. Ризположенского проф. Мюнхенского университета Е. Раманн выделил буроземы как особый тип почвообразования, характерный для южной Германии, а также для всей средней и южной Европы.

Бурые лесные почвы покрывают горные склоны Карпат, Крымских гор, Кавказа, Копет-Дага, Памира и Тянь-Шаня. Общая их площадь составляет около 101 тыс. кв. км, или 0,5% территории СССР.

Типичные лесные буроземы развиваются главным образом в поясе светлых горно-лесных широколиственных и реже хвойно-широколиственных лесов с травянистым покровом, климат которых отличается высокими температурами и большим количеством осадков. Такое соотношение температур и осадков создает наиболее благоприятные гидротермические условия, ведущие к энергичному глинообразованию, особенно в породах, богатых первичными минералами.

В отличие от горно-лесных подзолистых почв, где выветривание сопровождается значительным накоплением кремнезема и выносом полуторных окислов по профилю, в бурых горно-лесных почвах вторичный кварц почти не накапливается, а полуторные окислы железа и алюминия в некотором количестве накапливаются. В связи с этим для бурых лесных почв характерны постоянные и более узкие молекулярные отношения $\text{SiO}_2:\text{Fe}_2\text{O}_3$ и $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$.

Богатство материнской породы в этой зоне окислами железа и алюминия благоприятствует созданию высокой концентрации железа и алюминия в почвенном растворе. Железо и алюминий в почве могут давать с различными высокомолекулярными органическими кислотами комплексные соли. Образующиеся при этом органо-минеральные комплексы являются менее подвижными по сравнению со свободными органическими кислотами,

а их воздействие на минеральную часть почвы менее агрессивным.

Гумус горно-лесных буроземов характеризуется преобладанием в его составе органических бурых гуминовых (ульминовых) кислот, прочно связанных с полуторными окислами.

Отличаются разнообразием лесные буроземы в Закарпатье. По исследованиям Е. Н. Рудневой, в Закарпатье выделяют следующие подтипы бурых лесных почв: горно-лесные темно-бурые оподзоленные и неоподзоленные, горно-лесные светло-бурые оподзоленные и неоподзоленные, горно-лесные бурые остаточнокarbonатные и бурые лесные оподзоленные поверхностно-глееватые почвы в условиях равнинного залегания.

Очень широко распространены в Закарпатье горно-лесные темно-бурые почвы, оподзоленные и неоподзоленные.

Формируются они на осадочных и метаморфических породах в поясе смешанных буково-еловых, чистых буковых мертвопокровных лесов, еловых и пихтово-еловых лесов по склонам гор на высотах от 600—700 до 1200—1500 м над уровнем моря.

Среднее годовое количество осадков в этом поясе колеблется от 1200 до 1400 мм. Эти почвы при формировании на осадочных и кристаллических бедных основаниях породах являются кислыми неоподзоленными, а при развитии на основных и средних вулканических, богатых основаниях, породах — насыщенными или слабонасыщенными.

Профиль горно-лесных темно-бурых почв обнаруживает слабую дифференциацию на горизонты, сильную щебнистость, характерную темно-бурую или бурую окраску, интенсивность которой книзу значительно ослабевает, и отсутствие оподзоленности или слабое ее проявление при развитии почв на слабощебнистых отложениях.

Отличительной особенностью этих почв является высокое содержание гумуса (7—20%), широкое отношение C:N, наличие особого органического вещества, представленного главным образом апокренатами и ульматами железа и алюминия. Для них характерно также накопление подвижных форм железа, максимум которых приурочен к верхнему гумусовому горизонту, и некоторое оглинивание, обуславливающее накопление тонких фракций по всему профилю почвы.

В качестве иллюстрации приведем описание Е. Н. Рудневой профиля темно-бурой кислой неоподзоленной почвы в Закарпатье.

Буковый мертвопокровный лес. Материнская порода — кварцево-серицитовый сланец (кварца 55%, серицита 10%).

Горизонт A_0 —0—1 см. Плохо разложившийся опад из листьев и веток бука.

Горизонт A_1 —1—15 см. Темно-серый с бурым оттенком, суглинистый, структура непрочная, комковато-зернистая, обильно

пронизан корнями кустарниковых и древесных растений, изредка встречается щебень сланцев; переход в нижележащий горизонт резкий.

Горизонт АВ—15—44 см. Охристо-бурый, суглинистый, структура непрочная, комковато-мелкозернистая, корней мало; наблюдается обилие щебня кварцево-серицитового сланца мелкого и среднего размера; переход довольно четкий.

Горизонт ВС—65—80 см. Буроватый, легкосуглинистый, бесструктурный, мелкозем не образует сплошного горизонта, залегающая по трещинам между глыбами пород, представляющих собой кварцево-серицитовые сланцы.

Как видно из этого описания, в профиле темно-бурой неоподзоленной почвы явно обнаруживается значительная аккумуляция органического вещества в верхних горизонтах и в то же время отсутствие признаков оподзоленности. Эта особенность описываемых почв находит свое отражение и в данных механического анализа (табл. 76).

Таблица 76

Механический состав мелкозема горно-лесных темно-бурых неоподзоленных почв
(по Е. Н. Рудневой)

Тип леса, почвообразующая порода	Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Потеря от прокалывания	Содержание фракций (процент)							Вынос или накопление ил-стой фракции (процент от со-держания ее в породе)
				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 частиц < 0,01 мм	
Буковый мертво-покровный лес. Высота 1080 м. Кварцево-сериц-товый сланец	A ₁	5—10	3,7	11,6	23,9	29,7	4,5	7,4	19,2	31,1	+ 42
	AB	30—35	3,2	9,0	28,4	27,6	3,9	11,3	16,6	31,8	+ 23
	B	50—55	2,8	13,3	32,5	25,1	3,4	8,6	14,3	26,3	+ 6
	BC	75—80	1,9	9,8	35,3	26,6	4,8	8,1	13,5	26,4	0
Молодой буковый лес с травянистым покровом. Высота 1035 м. Кварцево-слюдистый сланец	A	0— 8	3,6	12,6	9,8	26,3	5,3	18,0	24,4	47,7	+ 30
	A ₁	10—15	3,2	13,6	8,2	24,8	8,8	16,7	24,7	50,2	+ 31
	AB	25—30	3,0	12,9	11,0	23,9	7,5	15,1	26,6	49,2	+ 42
	B	40—45	2,6	16,5	6,5	30,5	6,7	13,7	23,5	43,9	+ 25
	BC	80—85	2,1	13,3	17,8	32,1	4,0	11,9	18,8	34,7	0

Приведенные данные обнаруживают накопление илстой фракции в верхней части профиля и некоторое обеднение верхней части профиля песчанистой фракцией. Такой характер распределения механических фракций по профилю почвы свиде-

тельствует об отсутствии оподзоливания, о сравнительной свежести мелкозема и интенсивном выветривании алюмосиликатов и других минералов материнской породы, ведущим к оглиниванию почвы.

Химические свойства горно-лесных темно-бурых кислых неподзоленных почв отражены в следующих данных химических анализов (табл. 77).

Как видно из табл. 77, темно-бурые лесные почвы содержат много органического вещества в верхней части профиля, обладают значительной обменной кислотностью, которая почти целиком обусловлена поглощенным алюминием, небольшой сравнительно емкостью обмена и сильной ненасыщенностью основаниями. Актуальная кислотность этих почв характеризуется величиной $pH=4,3-5,4$; pH солевой вытяжки изменяется от 3 до 3,5. Во всех случаях кислотность почв увеличивается вверх по профилю.

Вместе с тем в данных почвах обнаруживается низкое содержание обменных оснований Ca и Mg , что свидетельствует о бедности исходных почвообразующих пород этими элементами.

Что же касается горно-лесных темно-бурых оподзоленных почв, то их формирование приурочено к слабо пологим склонам, где из-за большей плакорности снос мелкозема значительно ослаблен и постоянного поступления и вовлечения в процесс почвообразования свежих порций слабо выветренных пород не происходит. Наоборот, сюда с окружающих крутых участков склона постоянно поступает выветренный в той или иной степени, обедненный первичными минералами, мелкоземистый материал.

Обнаруживается незначительный вынос из верхних горизонтов почвы илстой фракции и оснований, а также некоторое перераспределение R_2O_3 по профилю, что свидетельствует о наличии процесса оподзоливания. Однако этот процесс проявляется в ничтожной степени, и в профиле почвы он почти не обнаруживается или обнаруживается весьма слабо.

Горно-лесные светло-бурые оподзоленные и неподзоленные почвы распространены под широколиственными, осветленными, разреженными буково-дубовыми, буково-грабовыми и частично буковыми лесами на высоте от 300—350 до 600—700 м. Этот пояс отличается более теплым летом и несколько меньшим количеством годовых осадков (800—1100 мм). Биоклиматические условия здесь определяют более энергичное разложение и минерализацию растительных остатков.

Горно-лесные светло-бурые почвы отличаются от темно-бурых горно-лесных почв меньшим содержанием гумуса (3—6%) и более узким отношением $C:N$, слабой дифференциацией профиля на горизонты, более светлой окраской, отсутствием ясно

выраженных морфологических признаков оподзоливания и уплотнения в горизонте В.

Реакция почвы кислая ($pH=5-6,5$), емкость поглощения невысокая, уменьшающаяся в верхней части профиля, механический анализ обнаруживает заметное уменьшение ила в верхней части профиля, а валовой анализ — частичный вынос полугорных окислов из верхних горизонтов вниз.

Результаты химических анализов горно-лесных
(по Е. Н.

Горизонт	Глубина азотия образца (см)	Гигроскопическая вода (процент)	Потеря при прокаливании (процент)	Гумус по Тюрику (процент)	Азот по Кельданю (процент)	Отношение C : N	pH потенциометрический	
							водный	солевой
A ₁	5—10	4,0	27,6	24,4	0,63	22	4,3	3,5
AB	30—35	3,5	17,3	7,3	0,24	18	4,9	4,0
В	50—55	2,1	12,5	3,4	Не определено		5,0	4,4
BC	75—80	2,1	8,5	2,1	То же		5,0	4,4
Дер. А	0—8	2,8	14,6	8,8	0,42	12	4,5	3,4
A ₁	10—15	2,5	7,9	5,7	0,13	11	4,6	3,5
AB	25—35	2,3	7,5	1,7	0,10	10	5,0	3,6
В	40—45	2,0	6,6	1,0	Не определено		5,0	3,6
BC	80—85	1,7	5,8	0,4	То же		4,9	3,6

Горно-лесные бурые остаточного-карбонатные почвы развиваются в условиях залегания или близкого подстилания различного рода карбонатных пород. Они характеризуются высокой емкостью поглощения, насыщенностью основаниями, богатством подвижных соединений азота, нейтральной или слабощелочной реакцией, хорошей, прочной, ореховатой и ореховато-зернистой структурой, а также более интенсивной темно-бурой окраской. Это наиболее плодородные почвы из категории лесных буроземов.

В полосе предгорий, на высоте 300—350 м, горно-лесные светло-бурые почвы постепенно сменяются бурыми лесными оподзоленными глееватыми почвами. Они залегают под смешанными буково-дубовыми и дубовыми лесами на буроватых аллювиально-делювиальных тяжелых суглинках, элюво-делювии плотных вулканических пород, и, несколько реже, на древних красноцветных и пестроцветных корках выветривания.

Незначительные уклоны поверхности предгорий, тяжелый механический состав почв, а также теплый и влажный климат

способствуют периодическому переувлажнению и развитию процессов поверхностного оглеения.

Существенной особенностью бурых лесных оподзоленных глееватых почв являются серовато-палевый цвет верхней части профиля, слабая дифференциация профиля на горизонты, сильное уплотнение почвенных горизонтов, особенно нижней части профиля, тяжелый механический состав, малая гумусность, кис-

Таблица 77

темно-бурых кислых неоподзоленных почв

Рудневой)

Обменная кислотность по Соколову (м-экв)			Al от общей кислотности (процент)	Поглощенные катионы по Гедройцу (м-экв на 100 г почвы)					Отношение Ca:Mg	Ненасыщенность по Н (процент)
Н	Al	общая Н + Al		Ca	Mg	Н	сумма Ca+Mg	сумма Ca+Mg+H		
0,1	3,9	4,0	98	0,7	0,5	16,1	1,2	17,3	1,4	93
0,1	2,9	3,0	99	0,7	0,4	7,5	1,1	8,6	1,7	87
0,2	2,1	2,3	90	0,7	0,5	4,2	1,2	5,4	1,4	78
0,2	6,8	7,0	97	0,6	0,4	4,5	1,0	5,5	1,5	82
3,5	11,2	14,7	76	5,6	0,2	10,7	5,8	16,5	2,8	65
2,6	9,6	12,2	78	1,8	0,5	14,7	2,3	17,0	3,6	86
0,7	11,2	11,9	94	1,7	0,6	13,3	2,3	15,6	2,8	85
0,5	8,3	8,8	96	1,8	0,5	11,0	2,3	13,3	3,6	83
				0,5	0,7	8,6	2,3	10,9	2,3	79

лая реакция, небольшая емкость обмена и плохие физические свойства.

Они отличаются вместе с тем узким отношением C:N, что указывает на обогащенность органического вещества азотом и высокую степень гумификации, бесструктурностью, бедностью калием и фосфором и преобладанием органических соединений типа ульминовых кислот как свободных, так и связанных с гидратами окислов железа и алюминия.

Бурые оподзоленные глеевые почвы относятся к группе малопродуктивных почв, их низкое естественное плодородие обусловлено главным образом плохими физическими свойствами, улучшение которых сопряжено с устранением избыточного увлажнения и обогащением почвы органическими и минеральными удобрениями.

Значительно распространены бурые горно-лесные почвы в Крыму, преимущественно на верхних и средних частях склонов главной Крымской гряды. Они развиваются здесь на продуктах выветривания известняков, глинистых сланцев, песчаников и конгломератов. Значительно меньшее распространение они

имеют на изверженных породах под буковыми, местами смешанными лесами, состоящими из граба и дуба.

Бурые горно-лесные почвы Крыма представлены в основном двумя подтипами: бурыми горно-лесными почвами на кристаллических и других породах и бурыми оподзоленными горно-лесными почвами на делювии и элювии (продуктов выветривания) кристаллических пород, известняков и др.

Обширные территории заняты бурыми горно-лесными почвами на Кавказе. На Северном Кавказе и в Восточном Закавказье преобладающее место занимают насыщенные горно-лесные буроземы или типичные бурые горно-лесные почвы, в Западном Закавказье наиболее распространены ненасыщенные бурые горно-лесные почвы.

Очень близкими по ряду основных свойств к бурым лесным почвам являются коричневые горно-лесные почвы. Наиболее крупные массивы их встречаются в горах Средней Азии и на Восточном Кавказе.

Отметим характерные особенности коричневых горно-лесных почв, залегающих в пределах Нагорно-Карабахской автономной области.

Коричневые лесные почвы в Нагорном Карабахе, по данным А. Н. Изюмова, распространены под дубово-грабовыми лесами в зоне средних гор на высоте от 1000 до 2000 м. В нижней части зоны они через серо-каштановые почвы смыкаются с каштановыми, а по верхней границе — с горно-луговыми.

Наиболее полного развития коричневые лесные почвы достигают на мелкоземистой породе — на делювиальных глинах и суглинках, почти всегда карбонатных в этих местах.

Типичные коричневые лесные почвы распространены на северных склонах, где в условиях относительно теплой, но продолжительной зимы образуются почвы с наиболее развитым профилем. Основные черты их строения — коричневая окраска, особенно яркая в нижней части горизонта В, заканчивающегося в среднемощной разновидности на глубине 70—80 см, и резкий переход к горизонту С буро-палевой окраски, пронизанному жилками карбонатов.

Структура горизонта А ореховатая на целине и глыбистая на пашне, горизонта В₁ — неясно-ореховатая; в горизонте В₂ структура не выражена, сложение очень плотное, слитное, с крупными трещинами в сухом состоянии.

Для коричневых горно-лесных почв, развивающихся в условиях непромывного водного режима, характерен резко выраженный процесс оглинения, благодаря чему почвенная толща отличается значительной глинистостью.

Содержание гумуса в них невысокое: от 2,5 до 3% в горизонте А на пашнях. На целинных участках оно достигает 7—10%, но только в верхнем слое мощностью 10 см. Снижение

гумуса книзу по профилю довольно постепенное. Азота содержится около 0,2%. Соотношение C:N равно 7—9, тогда как в бурых лесных почвах очень часто оно выше 13—15.

Коричневые горно-лесные почвы отличаются большой емкостью поглощения (около 40 м-экв на 100 г почвы), высокой насыщенностью основаниями и близкой к нейтральной реакцией.

Большие площади бурых лесных и коричневых почв в настоящее время распаханы и используются в сельском хозяйстве для выращивания различных культур. На этих почвах развиты важные отрасли сельского хозяйства: садоводство, виноградарство, табаководство.

Поскольку бурые лесные почвы залегают в основном по склонам гор, то важнейшим условием рационального их использования в сельском хозяйстве является применение мер по предупреждению процессов почвенной эрозии.

ГЛАВА XXI

ПОЧВЫ ЗОНЫ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

В почвенном покрове нашей страны своеобразными почвенными образованиями являются красноземы и желтоземы, развитые в зоне влажных субтропиков. Эти почвы не занимают обширных территорий; они распространены в основном только в двух районах СССР: на Черноморском побережье в Грузинской ССР и на юго-западном побережье Каспийского моря, в Азербайджанской ССР, в районе г. Ленкорани. Общая площадь, занимаемая этими почвами, составляет около 3 тыс. кв. км.

Область влажных субтропиков отличается весьма теплым и влажным климатом. Средняя годовая температура 13,2—14,5°, средняя январская 5, 8—7°, июльская 21,5—23°. Количество осадков в год достигает 2000—2500 мм, а в отдельные годы и больше. Наибольшее количество осадков приходится на осень и зиму, наименьшее — на весну и лето. Осадки выпадают преимущественно в виде ливней. Относительная влажность воздуха очень высока и в летний период достигает 80% и более.

Природная растительность представлена главным образом дубово-грабовыми и буково-каштановыми лесами, переплетенными лианами. В подлеске встречаются понтийская азалия, рододендрон, лавровишня и др.

Почвообразующей породой в зоне влажных субтропиков служит кора выветривания главным образом изверженных пород, резко выщелоченная и обедненная сильными основаниями. Эта красноцветная глинистая кора выветривания мощным чехлом покрывает коренные геологические образования, принадлежащие чаще всего к молодым изверженным породам, в виде андезитов, андезитовых туфов, трахитов, порфиритов и т. д.

В условиях теплого и влажного климата субтропиков выветривание горных пород идет весьма интенсивно. Первоначально этот процесс протекает в условиях щелочной реакции. Большое количество атмосферных осадков выносит нисходящим током

образующиеся растворимые продукты, главным образом кремнекислоту и основания.

В условиях господствующей щелочной реакции или реакции, близкой к нейтральной, гидроокиси железа и алюминия нерастворимы, поэтому происходит их относительное накопление (табл. 78).

Таблица 78

Данные валового анализа порфирита и красноземной коры выветривания

(по Б. Б. Полюнову и С. А. Захарову)

Анализируемый материал	Содержание (процент)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O
Порфирит	47,67	20,98	7,67	11,83	7,09	1,19	2,52	0,44
Продукты выветривания	39,08	29,08	19,15	0,30	2,34	0,22	0,29	9,40

Сопоставляя химический состав порфирита и продуктов его выветривания, мы обнаруживаем значительное обеднение продуктов выветривания кремнекислотой, а также щелочными и щелочноземельными основаниями и в то же время резкое обогащение их окислами железа и алюминия. Так в условиях влажных субтропиков постепенно образуется красноцветная кора выветривания, являющаяся преобладающей почвообразующей породой для развивающихся здесь почв.

Это преимущественно остаточный элювий, представляющий собой глинистую массу красного или темно-желтого цвета, с содержанием до 60—80% физической глины и до 40—60% R₂O₃. Воднорастворимые соли в красноцветной коре выветривания обычно отсутствуют, Ca, Mg и K содержатся в малом количестве. Мощность красноземной коры выветривания в различных районах неодинакова, но нередко достигает 10—20 м.

В дальнейшем вследствие выноса щелочей и щелочных земель реакция изменяется в кислую сторону. В условиях сильно-кислой среды гидроокиси железа и алюминия, приобретая подвижность, начинают постепенно передвигаться вниз, в результате чего в верхних слоях красноземов начинается относительное накопление кремнекислоты.

Развитие почвообразовательного процесса на красноцветной коре выветривания сопровождается биогенным накоплением перегноя в верхних слоях почвы, а следовательно и накоплением азота, фосфора, кальция, серной кислоты и других элементов, являющихся пищей растений.

Климатические условия влажных субтропиков способствуют энергичному разложению органических веществ в почве.

Благодаря наличию тепла и влаги преобладающая часть отмершей растительной массы обычно минерализуется до конца, и лишь небольшое ее количество переходит в почвенный перегной. Гумус в верхних горизонтах описываемых почв составляет 2—8% и лишь в отдельных случаях достигает 9—12%; к низу содержание перегноя резко уменьшается.

КРАСНОЗЕМЫ И ЖЕЛТОЗЕМЫ

Наиболее характерными представителями почв зоны влажных субтропиков являются красноземы и желтоземы.

Красноземы. Красноземы распространены главным образом на склонах Аджарского хребта, обращенных к Черному морю и характеризующихся значительно расчлененным, холмистым, местами даже мелкопочным рельефом.

Согласно исследованиям М. Н. Сабашвили, здесь залегают красноземы неоподзоленные, или типичные, и оподзоленные.

В морфологическом отношении типичные красноземы выделяются большой мощностью почвы и коры выветривания и интенсивной окраской красноватых или оранжевых тонов. Гумусовый горизонт имеет в среднем мощность около 20 см и отличается рыхлым сложением и мелкокомковатой структурой. Мощность гумусового слоя сильно колеблется в зависимости от окультуренности почвы и степени ее поверхностного смыва и часто в смытых разновидностях не превышает 5—6 см, а иногда и совсем отсутствует.

Мощность второго горизонта (В) от 15—20 до 60—85 см. Он имеет переходный характер, красноватой или оранжево-красной окраски. Морфологические признаки оподзоливания слабо выражены, а часто и вовсе отсутствуют.

Горизонт С с 60—85 см до коренной породы — оранжевый бесструктурный тяжелый суглинок.

Оподзоленные красноземы развиваются на слабологих склонах или широких гребнях холмов. В их профиле признаки оподзоливания ясно обнаруживаются. Оподзоленные красноземы характеризуются более светлой окраской, коричнево-серой и палево-серой, а также значительным содержанием крупных орштейновых зерен, иногда образующих на различной глубине довольно мощный плотный орштейновый слой.

Содержание гумуса в перегнойном слое красноземов колеблется чаще всего в пределах 2—8%, но нередко случаи, когда оно снижается до 1,5% или, наоборот, повышается до 12%. Преобладающей составной частью перегноя являются фульвокислоты. Гумусовые вещества красноземов в значительной части связаны с R_2O_3 .

В перегнойном горизонте А происходит биогенная аккумуляция азота, фосфора, кальция, серной кислоты, калия и дру-

гих важнейших элементов питания растений. Содержание азота в этом горизонте достигает 0,2—0,4%, P_2O_5 — 0,1—0,2%. Во многих случаях в валовом составе верхнего горизонта А содержание SiO_2 несколько повышено, а Fe_2O_3 и Al_2O_3 — понижено, что свидетельствует о развитии в красноземах под лесом подзолообразовательного процесса.

Развиваясь в условиях систематического промывания и выщелачивания, красноземы представляют собою почвы не насыщенные основаниями (табл. 79).

Таблица 79

Состав обменных катионов и величина pH в профиле краснозема
(по Н. П. Ремезову)

Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Перегной (процент)	Обменные катионы (м-экс на 100 г почвы)					pH	
			Ca	Mg	Al	H	сумма	в KCl	в H_2O
A ₁	3—6	6,8	1,3	0,7	11,4	14,9	28,3	4,1	4,7
	8—16	4,1	1,3	1,0	15,7	24,7	42,7	4,4	4,9
B ₁	28—36	0,8	1,3	1,2	17,5	27,3	47,5	4,5	4,7
B ₂	53—61	0,5	1,2	1,1	18,0	17,8	35,9	4,6	4,8
	92—95	0,4	1,5	1,1	17,8	15,6	34,6	4,6	4,9
C	136—143	—	1,5	1,2	16,3	9,8	28,8	4,7	4,9

Из табл. 79 видно, что среди поглощенных катионов поглощенный водород в красноземах занимает значительное место. Наряду с водородом в них всегда присутствует обменный алюминий, содержание же поглощенных кальция и магния весьма ничтожно. Реакция почвенного раствора обычно кислая (pH 4—5). В этом отношении красноземы по ряду существенных свойств приближаются к дерново-подзолистым почвам лесолуговой зоны.

Желтоземы. Желтоземы встречаются совместно с красноземами на Черноморском побережье Кавказа в Абхазской АССР, а также на побережье Каспийского моря, в Талыше Азербайджанской ССР.

Отличие желтоземов от красноземов по условиям образования во многих случаях сводится в основном к своеобразию материнских горных пород, дающих в процессе выветривания менее обогащенную гидратами полуторных окислов, особенно железа, кору выветривания. Таковы желтоземные продукты выветривания третичных и юрских глинистых и глинисто-песчаных сланцев в Абхазии, Мегрелии и в других районах на западе Грузии, а также в Талыше.

Сумма полуторных окислов в этих почвах не превышает 30%, тогда как в красноземах на продуктах выветривания изверженных и других пород она достигает 40—60%.

По химическому составу, физико-химическим и другим свойствам желтоземы близки, с одной стороны, к красноземным почвам, а с другой, — к бурым лесным, занимая между ними промежуточное место (М. Н. Сабашвили).

Желтоземы, как правило, не засолены; реакция почвенного раствора слабокислая; в верхних горизонтах водная суспензия обычно имеет рН 5—6; содержание гумуса в верхнем слое желтоземов колеблется в пределах 3,5—5%.

Наряду с желтоземами в зоне влажных субтропиков широко распространены желтоземно-подзолистые почвы. Они имеют желтую или палево-желтую окраску, достаточно ясную дифференциацию почвенного профиля на генетические горизонты и четко выраженные признаки оподзоливания. Мощность подзолистого горизонта у них очень велика и нередко достигает 45—60 см и более; в нем очень часто содержится много крупных орштейновых зерен.

По данным валового анализа, в верхней части почвенного профиля отмечается увеличение содержания SiO_2 , а в иллювиальном горизонте — полуторных окислов.

Содержание перегной в верхней части горизонта А колеблется в пределах 1,5—2,5%, а на глубине 40—50 см — 0,6—0,8%. Желтоземно-подзолистые почвы характеризуются кислой реакцией; рН в водной суспензии 5,2—6,6, а в солевой вытяжке — 3,8. Обменная кислотность этих почв обусловлена главным образом обменным алюминием и в меньшей степени водородом. Емкость поглощения желтоземно-подзолистых почв незначительна.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАСНОЗЕМОВ И ЖЕЛТОЗЕМОВ И ПУТИ ИХ УЛУЧШЕНИЯ

Несмотря на незначительное распространение, красноземы и желтоземы имеют большое народнохозяйственное значение. На этих почвах успешно выращивают ценнейшие субтропические культуры: чай, лимоны, апельсины, мандарины, табак, южные садовые и огородные культуры и различные ароматические растения.

Красноземы и желтоземы в производственном отношении являются вполне удовлетворительными почвами. Они во многих случаях содержат значительное количество органического вещества и отличаются благоприятными водно-воздушными свойствами, которые обеспечивают хорошее развитие и высокую урожайность субтропических культур.

Вместе с тем, вследствие сильной выщелоченности почв под воздействием влажного климата они очень обеднены питательными веществами, особенно растворимыми формами азота и фосфорной кислоты. Кроме того, кислая реакция и обилие R_2O_3

обуславливают сильное связывание фосфорной кислоты в нерастворимые формы фосфатов железа и алюминия, недоступные для усвоения растениями.

Поэтому повышение производительности красноземов и желтоземов связано прежде всего с систематическим применением органических и минеральных удобрений. Из органических удобрений широкое применение находят навоз, торфяно-навозный компост, а также зеленые удобрения. На фоне органических высокую эффективность дают минеральные удобрения.

Среди минеральных удобрений по эффективности на первом месте стоят азотные и фосфорные. Азотные удобрения вносят преимущественно в виде сульфата аммония, фосфорные — в форме фосфоритной муки или гранулированного суперфосфата. Что же касается калийных удобрений, то они также положительно действуют на большинство возделываемых культур (кроме чайного куста, который на них почти не реагирует). В отдельных случаях на сильнокислых почвах может применяться известкование.

Так как красноземы и желтоземы в условиях нашей страны расположены в основном на горных склонах, то при освоении их под сельскохозяйственные культуры особое внимание следует уделять предупреждению эрозии почв, что достигается террасированием склонов, одернением уступов террас, созданием полос-буферов из многолетних трав и защитных лесных полос. В комплексе мероприятий по окультуриванию красноземов и желтоземов большое значение имеет правильная система обработки.

Красноземы и желтоземы сравнительно легко поддаются окультуриванию. Будучи освоенными под пашни, они сравнительно скоро под влиянием агротехнических воздействий утрачивают некоторые природные особенности и приобретают новые свойства, присущие культурным почвам: мощный пахотный слой, темно-серую окраску, структурное строение, слабокислую реакцию, и становятся благоприятной средой для возделывания самых разнообразных сельскохозяйственных культур.

ГЛАВА XXII

ПОЧВЫ РЕЧНЫХ ПОЙМ

ПОНЯТИЕ О ПОЙМЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОЙМЕННО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ

В почвенном покрове нашей страны значительное место занимают пойменные почвы, развивающиеся в речных долинах.

Долина реки представляет собой относительно узкую, более или менее извилистую пониженную полосу территории, дно которой имеет общий наклон от одного конца к другому и ограничивается с противоположных сторон коренными берегами, сложенными из осадочных пород самого различного происхождения.

Вся поверхность долины реки между коренными берегами заполнена рыхлыми отложениями реки, или аллювием, образующим луговую террасу реки.

Та часть речной долины, которая периодически заливается на более или менее длительное время полыми водами реки, называется поймой.

Поймы могут быть самых различных размеров; обычно, чем крупнее река, тем шире ее пойма. В низовьях больших рек таких, например, как Лена и Обь, ширина поймы достигает 40—50 км. Огромные размеры имеет Волго-Ахтубинская пойма в низовьях Волги. Однако нередко у крупных рек поймы развиты слабо или вовсе отсутствуют.

В качестве примера можно привести такую мощную полноводную реку, как Нева, которая на всем своем протяжении почти не имеет поймы.

Не выражена пойма у р. Великой, а также у большинства горных рек, отличающихся узкими долинами и обрывистыми берегами.

В долинах горных рек типичная пойма встречается только на отдельных участках. Наряду с этим многие сравнительно маленькие реки (например, р. Сестра в пределах Московской области, Псел, Остер и другие реки Украины), протекающие в обширных долинах, характеризуются широкими весенними

разливами и хорошо развитыми поймами. В этом отношении все речные долины можно разделить на две категории: на долины с развитыми поймами и долины без пойм или с очень слабо развитыми поймами.

Значительное место занимают поймы в дельтах многих рек. Дельтовые поймы особенно сильно развиты при впадении в море таких крупных рек, как Лена, Волга, Днепр, Северная Двина и других, образующих обширные понижения в виде большого количества мелких и крупных островков, обычно разобренных между собою целой сетью протоков и лиманов. Такого же рода поймы образуются и в приозерных понижениях (например, при впадении Ловати и Мсты в озеро Ильмень).

Нередко дельтовые поймы развиваются при впадении небольших рек в широкие поймы крупных. Такие пойменные образования хорошо выражены, например, при впадении Шьн и Цны в пойму Оки.

Общая площадь пойменно-луговых почв в нашей стране составляет около 425 тыс. кв. км, или 1,9% всей территории Советского Союза.

Формирование и своеобразие пойменных почв тесно связаны с водным режимом реки, который не является постоянным. У всякой реки под влиянием природных условий периодически изменяется высота уровня. В течение года в реке наблюдается наивысший и наинизший уровень воды. Максимальной высоты вода в реке достигает или во время весеннего таяния снегов, или, если река берет свое начало в горных областях, в период наибольшего таяния ледников.

Высота подъема уровня воды в реках зависит от многих причин, но главным образом от характера весны, интенсивности таяния снега в бассейне реки, объема притока полых вод. В среднем на реках наших равнин уровень воды в паводки повышается от 2 до 10 м. При этом глубина затопления пойм полыми водами доходит иногда до 5 м. Что же касается продолжительности паводка, то у различных рек она не одинакова. Как правило, на малых реках продолжительность паводка короче, чем на больших.

Значительную роль в водном режиме рек играет облесенность местности. В сильно облесенном водосборном бассейне реки весеннее половодье не может происходить с большой стремительностью, и вода в реке поднимается медленно. Таким же постепенным бывает и падение уровня воды в русле после окончания таяния снега.

Совершенно другим водным режимом обладают реки, бассейны которых лишены покрова леса и болот. На необлесенных участках снега тают очень быстро и полые воды стремительно уносятся по поверхности почвы в долины рек. Поэтому в период весеннего таяния снега в безлесных районах уровень воды в

реках поднимается быстро и высоко и через короткое время также быстро падает.

В зависимости от ряда природных условий некоторые поймы заливаются полыми водами ежегодно и на длительный период (например, низовья Волги и Оби), а другие поймы — не каждый год и на очень короткий срок. Имеется немало и таких рек, как, например, Аму-Дарья, Сыр-Дарья, отчасти Днестр, которые отличаются двух- и трехкратным подъемом полых вод — весной, летом и даже осенью. Верховья этих рек обычно расположены в горных областях, и водный режим их обусловлен таянием льдов в горах или выпадением ливней.

С точки зрения сельскохозяйственного производства наиболее удобными являются равнинные поймы, которые заливаются полыми водами в весенний период. Такие поймы, рано освобождаясь от воды, всегда наилучшим образом могут быть использованы в сельском хозяйстве.

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПОЙМЕ

Развитая пойма во многих случаях делится на три части: приустьевую, центральную и притеррасную.

Приустьевая пойма представляет собой узкую полосу, непосредственно прилегающую к руслу реки. За приустьевой поймой следует центральная пойма, являющаяся наиболее обширной частью долины реки.

Притеррасная пойма непосредственно граничит с надлуговой террасой или с коренным берегом.

Каждая из этих областей речной поймы имеет свои существенные особенности как в отношении состава аллювиальных наносов и гидрологического режима, так и в отношении характера растительности и почвенного покрова.

Приустьевая пойма в большинстве случаев представляет собой узкие полосы, ширина которых измеряется десятками метров. Отложения приустьевой поймы отличаются чаще всего однородностью механического состава во всех горизонтах. Это ряд слоев небольшой мощности, состоящих преимущественно из элементов супеси и песка. Что же касается илистых, наиболее ценных с точки зрения плодородия частиц, то содержание их в данных почвах выражается ничтожной величиной.

В зависимости от природных условий, главным образом от характера весеннего половодья в долине реки, центральная пойма может быть зернистой или слоистой.

Образование центральной зернистой поймы происходит в условиях облесенного бассейна реки, когда половодье развивается медленно и продолжается долго, полые весенние воды вливаются в долину реки постепенно, уровень разлива не поднимается выше меженных берегов и не получается одного

общего потока по всей долине реки. В этих условиях вода половодья медленно вступает в область центральной поймы и спокойно разливается по долине реки. После спада воды вся поверхность поймы оказывается покрытой слоем влажного ила и других мелких частиц.

Этот аллювиальный осадок начинает быстро высыхать, при этом объем его сильно уменьшается, осадок расслаивается на горизонтальные слои и растрескивается на многогранные комочки диаметром 2—3 мм.

Так образуется зернистая пойма, в которой при благоприятных условиях влажности долины реки и обилии содержащегося в прочных структурных комочках органического вещества интенсивно развивается аэробный бактериальный процесс, обеспечивающий растительность зольной и азотной пищей в усвояемой форме.

Лука зернистой поймы в большинстве случаев имеют равнинный рельеф и представляют собою наиболее ценную природную кормовую площадь.

Центральная слоистая пойма в отличие от зернистой образуется в условиях сильного половодья, при котором талые воды, выйдя из русла реки, создают один мощный аллювиальный поток по всей ширине речной долины — от одного коренного берега до другого. Такие разливы происходят только в тех случаях, когда в долину реки в течение небольшого периода вливается очень значительное количество талых вод с водосборной площади реки, что возможно в безлесном бассейне реки, где таяние снегового покрова происходит быстро.

Осадок, откладывающийся при этих условиях на поверхности поймы, существенно отличается от осадка зернистой поймы. Все частички глины, перегноя, мелко раздробленного органического вещества уносятся текущей водой, а на поверхности поймы отлагаются только пылеватые частички и неразрушенные органические остатки. Пылеватый осадок ложится плотными бесструктурными слоями, образуя слоистую пойму, в которой слои пылеватого материала чередуются с прослойками легкого суглинки и органического вещества частично размытой дернины.

Нельзя не отметить, что как зернистая, так и слоистая поймы не всегда занимают большие сплошные массивы по заливным долинам рек. Нередко в силу изменчивости водного режима рек участки зернистой поймы чередуются с участками слоистой поймы. Очень часто зернистая пойма погребена слоистой поймой и, наоборот, слоистая пойма погребена зернистой поймой.

Притеррасная пойма находится в несколько иных условиях. В отличие от других пойм притеррасная пойма развивается под влиянием совместного воздействия как аллювиаль-

ных вод реки, так и делювиальных вод, притекающих с высоких коренных берегов. Иногда в долинах больших рек из делювиальных и грунтовых вод, выходящих из под коренных берегов, в этой части поймы образуются небольшие речки. Очень часто здесь находится понижение, представляющее собой старицу реки.

Как природная кормовая площадь притеррасная пойма в ее естественном состоянии не имеет ценности.

Однако такого рода формирование поймы свойственно только крупным рекам. Что же касается малых рек, то их поймы в геоморфологическом отношении в большинстве случаев отличаются от пойм крупных рек отсутствием разделения на притеррасную заболоченную часть, центральную зернистую или зернисто-слоистую и прирусловую слоистую.

Согласно данным Е. П. Вороновой, поймы малых рек, как правило, не имеют прирусловой слоистой песчаной области, заболоченное притеррасье у них не всегда выражено и, кроме того, в этих поймах отсутствуют дюны и гривы как элементы рельефа широких пойм крупных рек.

ПОЧВЫ РЕЧНЫХ ПОЙМ

Развитие почв в поймах рек происходит под непосредственным влиянием аллювиальных процессов. Вместе с тем, пойменные почвы в той или иной степени отражают зональные условия почвообразования, характерные для окружающих речную долину водораздельных пространств. При этом, чем интенсивнее отложения аллювиальных наносов, тем слабее сказывается фактор зональности и тем меньше пойменные почвы имеют общих свойств с почвами водоразделов, и наоборот, на поймах, слабо заливаемых полыми водами, почвы в большей степени приобретают внутренние и внешние свойства, присущие почвам водоразделов.

Сильнее всего сходство с почвами водоразделов проявляется у тех пойменных почв, которые расположены на участках, редко заливаемых полыми водами, либо вовсе вышедших из режима поемности.

Формируясь под совместным воздействием аллювиальных процессов и зональных факторов, пойменные почвы отличаются значительным разнообразием как в речных долинах различных физико-географических зон, так и в пределах поймы одной и той же реки.

В поймах рек дерново-подзолистой зоны наиболее распространенными и вместе с тем наиболее типичными являются дерновые зернистые суглинистые, дерновые зернисто-слоистые супесчанно-суглинистые, дерновые слабо развитые слоистые песчаные и супесчаные, дерново-глеевые пойменные, болотные и дерново-подзолистые пойменные почвы.

Дерновые зернистые суглинистые почвы широко развиты в центральной зернистой пойме. Благодаря периодическим наносам ила эти почвы из года в год обогащаются различными питательными веществами. В этих условиях под травянистой луговой растительностью особенно интенсивно развивается дерновый процесс, сопровождающийся накоплением перегноя, а вместе с ним — азота и зольных элементов в верхних слоях почвы.

Эти почвы отличаются хорошо развитым дерновым слоем (4—6 см), под которым залегает перегнойный горизонт (20—40 см), содержащий от 3 до 7% перегноя, с ярко выраженной зернистой или мелкокомковатой структурой.

Дерновые зернистые почвы характеризуются слабокислой реакцией, высокой насыщенностью основаниями и значительным содержанием фосфора, калия и азота. Процессы выщелачивания и оподзоливания в них почти не выражены. Из-за прочной зернистой структуры эти почвы обладают хорошим водно-воздушным режимом, благодаря которому в почвах активно протекает аэробный бактериальный процесс, обеспечивающий растительность питательными веществами.

Все это вместе взятое характеризует дерновые зернистые почвы как наиболее ценные и плодородные почвы в поймах рек лесо-луговой зоны. О высокой естественной производительности этих почв ярко свидетельствует хорошее развитие на них луговой растительности.

Дерновые зернисто-слоистые супесчано-суглинистые почвы распространены в центральной слоистой пойме. Существенной особенностью их является ясно выраженная слоистость профиля: слои пылеватого материала чередуются с суглинистыми, а иногда и глинистыми слоями. В большинстве случаев это легкосуглинистые и супесчано-суглинистые почвы с непрочной зернисто-комковатой структурой и хорошей задернованностью верхнего горизонта. Мощность их перегнойного горизонта сравнительно невелика и обычно не превышает 15—30 см. Содержание перегноя в них колеблется от 2 до 3,5%.

По сравнению с дерновыми зернистыми почвами дерновые зернисто-слоистые почвы обладают несколько большей кислотностью и меньшим содержанием основных питательных элементов.

В естественных условиях на почвах слоистой поймы нередко встречаются лесные массивы, состоящие из широколиственных и хвойных пород. Наиболее часто здесь поселяются ива, осокорь, серебристый тополь, дуб и др. Хорошее развитие древесной растительности свидетельствует о благоприятных лесорастительных свойствах описываемых почв.

Дерновые слабообразованные слоистые песчаные и супесчаные почвы имеют обычно ограниченное распро-

странение и встречаются главным образом в приусловой пойме, где вследствие ежегодного отложения значительного количества супеси и песка почвообразовательный процесс весьма слабо выражен. Однако в долинах некоторых рек, расположенных в песчаных областях (например, реки Полесья, Мещеры и др.), слоистые песчаные и супесные почвы широко развиты, нередко занимая весь поперечник поймы на большом протяжении.

В большинстве случаев это примитивные рыхлые и бесструктурные слабо задернованные почвы, у которых перегнойный горизонт едва достигает 8—10 см, а содержание гумуса не превышает 0,5—1,5%.

В сельскохозяйственном отношении слоистые песчаные и супесчаные почвы приусловой поймы ценности не представляют.

Дерново-глеевые пойменные почвы встречаются обычно небольшими пятнами в центральной пойме по пониженным элементам рельефа, где после паводков или дождей длительное время задерживается вода и возникают процессы заболачивания. В своем профиле они имеют оглеенный слой голубоватого или зеленоватого цвета, а также обилие ржавых пятен и потеков по ходам корней и трещинам в почве.

Существенными особенностями этих почв являются мощный дерновый горизонт, повышенное содержание перегноя, часто достигающее 5—6%, и отсутствие ясно выраженной структуры. Покрывают они большей частью различными осками, а иногда кустарниками и деревьями — ивой, березой, черной ольхой и др.

При осушении и травосеянии дерново-глеевые пойменные почвы сравнительно быстро улучшаются и способны давать хорошие урожаи высококачественного сена.

Болотные почвы чаще всего развиты в притеррасной пойме, где имеются лиманообразные понижения, ложбины и другие вогнутые формы рельефа, способствующие длительному переувлажнению почв. Но в долинах некоторых рек с неурегулированным руслом при малом уклоне местности (например, Полесье, в области Мещеры и др.) болотные почвы часто занимают всю пойму, вплоть до приуслового повышения. Болотные почвы по преимуществу низинного происхождения.

Как естественная кормовая база болотные почвы речных долин в большинстве случаев представляют малую ценность. Но, обладая огромным потенциальным плодородием, они при осушении и освоении превращаются в высокоценные сельскохозяйственные угодья.

Дерново-подзолистые пойменные почвы не имеют широкого распространения по той причине, что ярко выраженный дерновый процесс, свойственный пойменным почвам, и ежегодное отложение наилка, богатого различными основаниями, в сильной степени препятствуют развитию подзолообразовательного процесса.

Некоторые признаки подзолообразования обнаруживаются главным образом в слабо заливаемых полыми водами поймах, где откладывается мало аллювиальных наносов и притом преимущественно на участках, занятых древесной растительностью. В этих условиях обычно и встречаются дерново-подзолистые пойменные почвы, имеющие явные признаки выщелачивания и оподзоливания. В отличие от обычных дерново-подзолистых почв водоразделов они обладают большей гумусностью, слабой кислотностью, высокой насыщенностью основаниями и более глубоким перегнойным горизонтом.

Почвы пойм крупных рек лесостепных, степных и пустынно-степных областей существенно отличаются от почв речных пойм дерново-подзолистой зоны.

В центральной пойме рек черноземной зоны широко развиты дерновые черноземовидные почвы. Они обладают в большинстве случаев хорошо выраженным перегнойным горизонтом темно-серого или черного цвета, значительным содержанием органического вещества, нейтральной или близкой к ней реакцией и комковато-зернистой структурой. Перегнойный горизонт у них достигает 50—60 см, а содержание гумуса колеблется чаще всего в пределах 5—8%. При этом в условиях лесостепной зоны эти почвы обычно выщелочены и обеднены известью, тогда как в более южных степных областях известь часто обнаруживается уже в поверхностных горизонтах почвы.

В дерновых черноземовидных почвах богатый запас зольной и азотной пищи; обладая прочной комковато-зернистой структурой, эти почвы отличаются благоприятным водно-воздушным режимом.

Растительность дерновых черноземовидных почв довольно разнообразна и в значительной степени отражает особенности растительного покрова степной зоны. На гривах и вообще на повышенных участках центральной поймы с небольшой поемностью и слабым отложением наилка преобладают степные ксерофиты (типчак, тонконог, житняк, астрагалы); в понижениях — влаголюбивая луговая растительность (лисохвост луговой, мятлик луговой, коостер безостый, бекмания и др.). Значительное распространение в этих поймах имеют дубравы.

В понижениях центральной поймы, где длительно задерживается вода, образуются болотные почвы с самой различной мощностью торфяного слоя. Торфяная масса болотных почв отличается высокой зольностью, нейтральной или слабокислой реакцией и большим запасом питательных элементов.

В притеррасной части поймы встречаются небольшие солончаки, возникающие из-за выхода на поверхность притеррасной низины сильно минерализованных ключевых вод.

Далее к югу, в зоне каштановых и бурых почв, содержание гумуса в пойменных почвах несколько уменьшается, окраска

почв становится более светлой и вместе с тем заметно теряется зернистая структура.

Наиболее распространенными пойменными почвами в данной природной зоне являются лугово-каштановые почвы, часто карбонатные, иногда солонцеватые и солончаковатые. Перегнойный горизонт этих почв светло-серый или коричневый, мощность его обычно не превышает 40—50 см, содержание гумуса колеблется в пределах 2—4%.

Поглощающий комплекс лугово-каштановых почв насыщен главным образом кальцием и магнием, но иногда содержит незначительное количество натрия, обуславливающего солонцеватость почв. Реакция почвенного раствора верхних горизонтов нейтральная или слабощелочная.

В агропроизводственном отношении лугово-каштановые почвы несколько уступают черноземовидным, тем не менее они содержат значительные запасы питательных веществ, которые вполне обеспечивают возможность получения достаточно высоких урожаев различных культурных растений.

В поймах Сыр-Дарьи, Аму-Дарьи и других рек, расположенных в пустынной зоне, значительно распространены луговые сероземы. Они отличаются малым содержанием органического вещества, общее количество которого обычно не превышает 1—2%, маломощным перегнойным горизонтом, светло-серой окраской, неясно выраженной мелкокомковатой структурой и карбонатностью. В них часто уже с поверхности содержится известь и легкорастворимые соли.

На более повышенных местах, вышедших из сферы затопления паводком, нередко встречаются солончаки, на пониженных участках поймы развиты луговые солончаковатые почвы, поросшие акмамыком, ажреком и др.

Луговые солончаковатые почвы, по данным В. И. Шраг, различаются как по количеству, так и по составу солей. Развитие их связано или с выклиниванием сильно минерализованных грунтовых вод в области притеррасья, или с выпариванием полых вод в замкнутых широких понижениях поймы. Они обладают различным механическим составом.

В бессточных понижениях широко развиты тростниковые болота. Очень часто по этим поймам встречаются своеобразные поемные леса — тугай, состоящие из тополя-туранги и тополя евфратского с подлеском из гребенщика и лоха-джиды. На засоляющихся участках тугайная растительность постепенно сменяется солончаковой и прежде всего черным саксаулом.

Наряду с вышеописанными почвенными образованиями в речных поймах различных физико-географических зон встречаются, обычно на небольшой глубине, и так называемые погребенные, или ископаемые почвы. Чаше всего в погребенном состоянии находятся различного рода зернистые сугли-

нистые почвы, тогда как на поверхности залегают слоистые песчаные или супесчаные почвы. Но иногда погребенной оказывается слоистая песчаная или супесчаная почва, а на поверхности развиваются зернистые суглинистые почвы.

Возникновение погребенных почв связано обычно с резким изменением паводкового режима в сторону усиления интенсивности половодий, вследствие чего в поймах меняется характер аллювиальных отложений, а следовательно, и почвообразовательного процесса.

В немалой степени на образовании погребенных почв сказывается и деятельность ветра, способного иногда заносить песком большие площади лугов. Чаше всего погребенные почвы встречаются в поймах рек, бассейны которых сильно обезлесены.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ

Почвы речных пойм имеют большое народнохозяйственное значение и, прежде всего, как естественная кормовая база для животноводства.

Закладывая в себе значительный запас питательных элементов, постоянно пополняемый при разливах рек, пойменные почвы в большинстве случаев обладают высоким естественным плодородием, обеспечивающим получение двух укосов высококачественного сена ежегодно. Особенно высокие и устойчивые урожаи сена дают луга центральной поймы, обычно покрытые хорошей растительностью из злаковых и бобовых трав.

Тем не менее пойменные луга многих речных долин главным образом вследствие отсутствия надлежащего ухода за ними и нерационального их использования отличаются низкой производительностью и дают урожай сена ниже природных возможностей. Такого рода луга очень часто изобилуют кочками и зарослями кустарника и мелкоколесья, а также разными несъедобными и вредными растениями, например, конским шавелем, едким лютиком, пикульником и др. Значительные площади пойменных лугов сильно заболочены и фактически выбыли из фонда ценных природных кормовых угодий.

Большим злом для пойменных лугов является бессистемная пастьба скота, особенно несвоевременная и длительная пастьба на еще не обсохших после весеннего половодья лугах. При этом сырые почвы лугов сильно уплотняются, на них появляются кочки, ценные травы вытесняются несъедобными и производительность сенокосных угодий резко снижается.

Поэтому вопросы повышения производительности луговых угодий приобретают весьма большое значение.

В системе агромероприятий по текущему улучшению естественных лугов первоочередная роль принадлежит очистке лугов

от кустарников и мелкокося, удалению лней, паводковых наносов и кочек, выравниванию поверхности, осушению заболоченных участков, уничтожению сорных и вредных трав, подкормке лугов удобрениями, а также периодическому залужению угодий специально подобранными травосмесями.

На той части лугов, которая отводится под пастбища, должна быть организована загонная пастба скота, причем во избежание сильного уплотнения почвы и чрезмерного вытаптывания трав загоны должны чередоваться чаще, чем на обычных пастбищах.

Но наиболее эффективным мероприятием по резкому повышению производительности малопродуктивных лугов является коренное их улучшение. С этой целью природный луг или пастбище распахивают и создают сеяный луг из смеси различных высокоценных трав.

Наряду с этим очень важной задачей является освоение части пойменных земель под овощные культуры и картофель. В первую очередь освоению подлежат пойменные земли, расположенные вблизи крупных городов, промышленных центров, а также сырьевых зон спиртовой, крахмало-паточной и овощеперерабатывающей промышленности.

В настоящее время освоены и заняты под овощные культуры, кукурузу, сахарную свеклу значительные площади пойменных почв в долинах Оки, Москвы-реки, Яхромы, Волги и др. На этих землях колхозы и совхозы ежегодно получают исключительно высокие и устойчивые урожаи возделываемых культур. На освоенных пойменных землях в соответствующих климатических условиях возможно также широкое развитие садоводства, бахчеводства, виноградарства и семеноводства.

Большую ценность для освоения представляют расположенные в поймах рек низинные торфяники. Осушенные и освоенные они превращаются в высокопродуктивные культурные угодья, пригодные для посева зерновых хлебов и корнеплодов.

В почвах речных пойм заключено огромное потенциальное плодородие, и задача заключается в том, чтобы превратить его в плодородие эффективное, в урожай, в сельскохозяйственную продукцию.

Назрела настоятельная необходимость широкого освоения пойменных почв для возделывания на них интенсивных культур. В этом отношении крупные резервы производства продуктов сельского хозяйства имеются на пойменных землях рек Подмосковья, Урала, Сибири и Украины. Освоенные массивы пойменных почв должны стать в ближайшие годы зоной высокоинтенсивного земледелия в нашей стране.

ГЛАВА XXIII

ПОЧВЫ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

ПОНЯТИЕ О ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ, УСЛОВИЯХ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ЕЕ СТРУКТУРЕ

На обширном пространстве Советского Союза почвы горных областей занимают значительное место. Общая площадь горных областей составляет более 30% всей территории СССР.

Горные районы СССР выделяются как самостоятельные почвенные области в силу особенностей почвообразования, обусловленных горным рельефом. Наиболее характерной и существенной из этих особенностей является вертикальная зональность в распределении почв, или поясность, под которой понимается более или менее закономерная смена одних почв другими по мере поднятия от подножия до вершин высоких гор.

Вертикальные почвенные зоны в известной мере представляют собой подобие широтных горизонтальных зон и так же, как последние, связаны в своем последовательном чередовании с зонами климатическими и растительными. Поэтому смена вертикальных почвенных зон от подножия к вершинам гор в некоторой степени аналогична смене горизонтальных почвенных зон на равнинных пространствах по направлению с юга на север.

Однако вертикальные почвенные зоны не являются простым повторением широтных, горизонтальных зон, а представлены специфическими горными почвами, закономерно сменяющими одна другую. Так, в горах дерново-подзолистой зоны широко развиты горно-подзолистые почвы, в горах южных широт — горные буроземы; значительное распространение имеют также горно-луговые почвы, свойственные высокогорным, альпийскому и субальпийскому, поясам горных областей.

Явление вертикальной зональности почв объясняется в основном сильным влиянием орорельефа на климатические условия. Это влияние сказывается в том, что по мере повышения

местности количество осадков увеличивается, относительная влажность воздуха повышается, температура заметно снижается.

Так, например, согласно многим наблюдениям, при подъеме на каждые 100 м на Кавказе температура падает на $0,50^{\circ}$, в Крыму — на $0,61^{\circ}$, в Альпах — на $0,51^{\circ}$. Вместе с тем с убыванием температуры по вертикальному профилю в горных странах тесно связано возрастание количества выпадающих атмосферных осадков.

Однако в силу явления инверсии (от лат. *inversio* — перестановка, переворачивание), свойственной горным районам, возрастание количества осадков в горах идет только до определенной высоты. Объясняется это тем, что по мере поднятия вверх восходящие массы воздуха делаются холоднее, содержание водяных паров в них уменьшается, а это на известной высоте влечет за собой уже уменьшение интенсивности осадков.

В соответствии с этим в горных областях наблюдается и определенная вертикальная закономерность в смене почв и растительности: в подгорной полосе развиты одни почвы и растительные ценозы, выше идут другие почвы и т. д.

Каждая горная страна имеет свою, только ей присущую горнопоясную систему почв и растительности, зависящую от многих физико-географических причин. Последовательность почвенно-растительных поясов и преобладание тех или иных почв зависят прежде всего от того, в какой широтной ландшафтной зоне расположена горная страна.

Так, в горах южных районов преобладают почвы, свойственные южным широтам; в горах северных районов наибольшее распространение имеют почвы, характерные для северных природных зон.

Чем выше горная гряда, тем резче и полнее проявляется вертикальная зональность почв и растительности, и, наоборот, чем ниже горы, тем слабее выражена биоклиматическая и почвенная зональность.

Необходимо отметить, что, кроме климатических условий, большое влияние на характер и развитие почв и растительности горных областей оказывают и такие условия почвообразования, как крутизна склонов, экспозиция, особый режим грунтовых вод, близость моря, океана и т. д. Поэтому почвы горных областей необходимо рассматривать в известной мере только как аналоги известных нам почв широтных зон.

К сказанному следует добавить, что в силу явления инверсии в отдельных горных областях иногда могут быть и нарушения обычного порядка смены почвенных и растительных зон, их смещения, а в некоторых случаях — и выпадения отдельных зон.

Например, в некоторых горных районах Закавказья зона черноземов встречается и ниже и выше зоны горно-лесных почв, а в Южном Забайкалье по горным склонам каштановые почвы часто лежат выше зоны распространения черноземных почв и т. д.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Степень распространения и характер сочетания почвенных образований в отдельных горных районах довольно различны. В этом отношении можно выделить следующие горные области: Восточные Карпаты, Крым, Кавказ, Урал, горы Средней Азии, горы Сибири и Дальнего Востока, горы Сахалина, горы Камчатки.

Для каждой из этих горных областей характерны свои почвенно-растительные пояса.

Восточные Карпаты. Исследование почвенного покрова Восточных Карпат широко развернулось главным образом в советское время. Наиболее обстоятельные почвенные исследования выполнены Е. Н. Рудневой.

Восточные Карпаты — горная страна дугообразной формы с ярко выраженной складчатостью, с высотами, достигающими 1000—2500 м.

Почвообразующими породами этой горной системы являются продукты выветривания различных меловых и третичных отложений, а также вулканических пород — андезитов, вулканических туфов и др. По склонам и подножиям склонов значительное место занимают элювиальные и делювиальные образования самого различного механического и петрографического состава.

Климат Восточных Карпат отличается сравнительно мягкой зимой, продолжительным теплым летом и обилием осадков. Средняя годовая температура воздуха здесь колеблется от 7° у подножия гор до 5° у вершин хребтов; средняя температура вегетационного периода (довольно продолжительного) колеблется от 13 до 16°. Среднее годовое количество осадков очень высокое — 800—1200 мм и более.

Восточные Карпаты характеризуются широким развитием лесной растительности. При этом преобладающей растительностью нижней части склонов являются буковые леса с примесью дуба и граба, а в зоне выше 800 м буковые леса сменяются еловыми и пихтовыми лесами. На горных склонах выше 1200—1600 м начинаются субальпийские луга, представленные горно-луговыми почвами.

Среди горно-луговых почв здесь обнаруживаются: горно-луговые торфянистые, горно-луговые дерновые (субальпийские) и горно-лугово-лесные. Из них наиболее распространены

горно-луговые дерновые почвы, характеризующиеся следующим профилем (Е. Н. Руднева).

Горизонт $A_{\text{дерн}}$ — 0—5 см. Темно-серый с коричневатым оттенком; легкосуглинистый; обильно переплетен корнями травянистой растительности; переход в нижележащий горизонт резкий.

Горизонт A_1 — 5—12 см. Коричневато-темно-серый; легкосуглинистый; обилие травянистых корней; щебень породы мелкий и средний (около 10%); переход в нижележащий горизонт резкий.

Горизонт AB_1 — 12—25 см. Буровато-коричневатый; легкосуглинистый, корни травянистой растительности, обломки слюдистого песчаника; щебня больше, обломки пород крупнее, чем в вышележащем горизонте; переход в следующий горизонт постепенный.

Горизонт B_1 — 25—50 см. Буровато-коричневатый; легкосуглинистый; содержит много щебня породы (более 40%); переход в нижележащий горизонт четкий по изменению цвета и увеличению щебнистости.

Горизонт B_2 — 50—80 см. Бледно-коричневатый; легкосуглинистый; мелкозем не образует сплошного горизонта, залегает фрагментарно по трещинам и между крупными обломками песчаника; переход в следующий горизонт сравнительно резкий.

Горизонт BCg — 80—100 см. Сизовато-бледно-коричневатый, легкосуглинистый; залегает фрагментарно по трещинам среди крупных обломков и глыб песчаника.

Горно-луговые почвы Восточных Карпат отличаются высокой кислотностью, слабой насыщенностью основаниями и значительным содержанием органического вещества.

Под буковыми лесами, на высотах от 300 до 800 м, широко распространены горно-лесные буроземы, характеризующиеся буровато-палевой или буроватой окраской, небольшой насыщенностью основаниями, повышенной кислотностью и содержанием от 6 до 9% гумуса.

Под еловыми и пихтовыми лесами развиты подзолисто-буроземные почвы и подзолисто-буроземные поверхностно-глееватые почвы, отличающиеся ясно выраженной дифференциацией почвенного профиля, небольшим содержанием органического вещества, обычно не превышающим 4—5%, и сильнокислой реакцией.

Горно-луговые почвы Восточных Карпат используются преимущественно в качестве естественных пастбищ, а буроземы и подзолисто-буроземные почвы — под пашни, так как они отличаются значительным естественным плодородием и весьма отзывчивы на агротехнические воздействия.

Важнейшими агротехническими мероприятиями по повышению плодородия описываемых почв при их освоении и исполь-

зовании в сельском хозяйстве являются внесение органических и минеральных удобрений, известкование кислых почв и улучшение водно-воздушного режима поверхностно переувлажненных почв путем мелиорации.

Крым. Несмотря на незначительные размеры Крымского полуострова, условия почвообразования, а в связи с ними и почвенный покров отличаются неоднородностью и своеобразием.

Северная часть Крыма занята степью, в общем сходной с южной степью европейской части СССР. Здесь широко развиты каштановые почвы и черноземы. На юге степь упирается в Крымские горы, образованные тремя параллельными грядами. Первая гряда еще носит степной характер, вторая — покрыта лесостепью с преобладанием среди древесных пород дуба, граба, кизила, орешника и др., третья гряда покрыта лесом до верхнего плато, которое на всем протяжении не имеет леса.

Южный склон плато крутой, местами на западе отвесный, северный — покатый. На вершинной его поверхности, сложенной известняками, хорошо выражены воронки, впадины, глубокие пропасти, подземные реки и другие карстовые явления. Горная гряда составляет наиболее возвышенную часть Крыма. Отдельные вершины ее довольно высоки: например, Роман-Кош, расположенный к северо-востоку от Ялты, достигает 1545 м.

Вторая, к северу, гряда, так называемая Меловая, значительно ниже. Наиболее высокие точки ее не превышают 450—695 м. В строении этой гряды принимают участие главным образом меловые отложения.

Третья, северная, гряда еще ниже: отдельные, наиболее высокие пункты ее достигают всего лишь 150—250 м над уровнем моря. Эта гряда, отделенная от предыдущей понижением в 3—5 км шириной, сложена верхнетретичными известняками. Расчлененность Крымских гор на три гряды обусловлена главным образом эрозионными процессами.

Почвенный покров горного Крыма довольно сложен. Наиболее распространенными типами и видами почв, согласно исследованиям О. Н. Михайловской, И. Н. Антипова-Каратаева и В. Н. Иванова, являются следующие: горно-луговые (черноземовидные горно-луговые, темноцветные лесные), бурые горно-лесные (бурые лесные ненасыщенные и оподзоленные, бурые горно-лесные ненасыщенные и оподзоленные, бурые горно-лесные ненасыщенные темноцветные, бурые горно-лесные насыщенные темноцветные под дубовыми лесами, сходные с черноземами), горные черноземы (выщелоченные, карбонатные), красноцветные почвы черноморского побережья Крыма, перегнойно-карбонатные и другие неразвитые почвы на коренных породах, их делювии и аллювиальных наносах.

Подчиняясь закону вертикальной зональности, перечисленные выше типы почв залегают на отдельных участках горного

Крыма в определенной последовательности. Наиболее высокие части заняты горно-луговыми почвами.

При этом большую часть площади занимают черноземовидные горно-луговые почвы. Они формируются под сильным воздействием карбонатов кальция и вследствие этого обладают прекрасно выраженной зернистой, а книзу — комковато-ореховатой структурой и высоким содержанием перегноя, достигающим 20%.

В этой же зоне, главным образом в западной части Крыма, значительное распространение имеют темноцветные лесные почвы. Они приурочены в основном к луго-лесным ландшафтам, расположенным в верхних частях склонов и по физическим и химическим свойствам мало отличаются от черноземовидных горно-луговых.

Темноцветные лесные почвы также имеют мощный перегнойный горизонт, хорошую структуру, насыщены основаниями и обладают высокой емкостью поглощения, в которой обменный кальций составляет 90% от суммы.

Наибольшая часть территории горного Крыма покрыта бурыми горно-лесными почвами. Они развиты под широколиственными, преимущественно буковыми, лесами, занимающая основные площади южного и северного склонов главной гряды, а также горную область второй горной гряды, лежащей к северу от главной. Образуются они преимущественно на продуктах выветривания известняка, глинистых сланцев, песчаников и конгломератов, реже — на изверженных породах.

Бурые горно-лесные почвы обычно имеют хорошо развитый перегнойный горизонт, переходящий книзу в более светлый, окрашенный в коричневато-бурые тона, обладают хорошей комковатой структурой и сравнительно рыхлым сложением.

Однако профиль этих почв, в зависимости от изменений условий почвообразования, значительно варьирует. Так, например, в средних и верхних частях склонов, в более увлажненных местах и по северным экспозициям бурые горно-лесные почвы обладают более светлой окраской и небольшим перегнойным горизонтом, приобретая облик оподзоленных почв, хотя окраска и структура отличают их от дерново-подзолистых почв севера.

Выше же, у верхней границы леса, т. е. у границы перехода горного склона в плато, почвы теряют осветленный горизонт за счет развития перегнойного горизонта. Это так называемые бурые горно-лесные ненасыщенные почвы.

Наконец, на севере, в предгорной области второй гряды, значительно распространены бурые горно-лесные насыщенные темноцветные почвы. Они развиты под дубовыми лесами и разнотравьем, отличаются большим содержанием перегноя (5—11%) и высокой насыщенностью основаниями. Обладая достаточным количеством перегноя, большой емкостью поглощения

и нейтральной реакцией, эта разновидность бурых горно-лесных почв является одной из лучших почв для сельского хозяйства.

В восточной части горного Крыма в связи с большей сухостью климата встречаются горные черноземы двух подтипов: выщелоченные и карбонатные. Выщелоченные черноземы развиты главным образом на изверженных и вулканических породах, карбонатные — на известняках и продуктах их выветривания. Обычная мощность их 40—60 см, иногда же на делювии известняков достигает 1 м и более. На глубине 30—50 см они содержат иногда еще 2,5% органического вещества.

На южном побережье Крыма значительно распространены красноцветные почвы в комплексе с мало развитыми, смытыми и культурными почвами. Красноцветные почвы приурочены преимущественно к местам выходов известняков. Следует отметить, что почвы на известняках, так же как и продукты выветривания известняков, на южном побережье Крыма сохраняют красную окраску, которая с самой поверхности резко выделяет их среди почв на других породах. Красная окраска продуктов выветривания известняков на побережье неоднородна.

Местами на поверхность выходят темные вишнево- или малиново-красные глины; если они хорошо гумусированы, то приобретают коричневато-бурый оттенок, иногда же имеют кирпично-красные и более светлые желтые оттенки. На интенсивность и оттенок окраски, помимо гумусированности, влияет степень выщелоченности. Чем более выщелочены продукты выветривания от карбонатов кальция, тем краснее и темнее их окраска.

Перегнойные горизонты в этих почвах обычно хорошо выражены и по темному цвету довольно резко отделяются от подстилающего их красноцветного горизонта.

Наряду с почвами, развитыми на красноцветных продуктах выветривания известняков, в пределах южного берега Крыма большое распространение имеют также слабо развитые, смытые в той или иной степени почвы на весьма различных коренных породах и различные варианты окультуренных почв.

Последние представлены здесь неразвитыми почвами на известняках, сланцах, песчаниках, их делювии и элювии. Все они насыщены основаниями и, как правило, вскипают с поверхности. Эти почвы мало перегнойны.

Однако почвы на известняках и их делювии, а также на элювии красноцветных глин обладают большим содержанием перегноя и большей емкостью поглощения, чем почвы на песчаниках и сланцах; почвы же на сланцах отличаются большим содержанием калия.

Более бедные кальцием, но обогащенные калием почвы на сланцах весьма пригодны для ценных сортов табака. Почвы же на красноцветных продуктах выветривания известняков, обла-

дая некоторой степенью выщелоченности, сравнительно высоким содержанием органических веществ, нейтральной реакцией и хорошей структурой, ценны для большинства культур, в том числе для многих столовых и винных сортов винограда.

Кавказ. Кавказ представляет собой очень сложную горную систему, состоящую из трех крупных массивов: Большого Кавказа, Малого Кавказа и Армянского вулканического нагорья.

Почвенный покров Кавказа многообразен. Это объясняется тем, что на Кавказе чрезвычайно сложный и сильно пересеченный рельеф, большие высоты, разнообразные материнские породы, различные климатические условия и растительные формации. Благодаря наличию огромных высот вертикальная зональность здесь выражена более полно и резко, чем в других горных областях Советского Союза.

Достаточно сказать, что на Кавказе встречаются не только все те природные зоны и климатические комбинации, которые имеют место на всей равнинной европейской части СССР, но и такие, которые в пределах равнинной части неизвестны.

Здесь, например, встречаются; альпийская луговая зона, несущая травянистый покров, а иногда и кустарники рододендрона; лесная высокогорная зона, разбивающаяся, в свою очередь, на ряд подзон с той или иной господствующей породой деревьев; степная ковыльная зона с хорошо развитым травянистым покровом из ковыльно-типчаковой растительности; пустынно-степная зона с характерной для нее полынно-злаковой растительностью; субтропическая зона с рододендронами, лавровишнями, каштанами и буком, приуроченная к наиболее низким поясам Закавказья.

В соответствии с этим наблюдается и определенная вертикальная закономерность в смене почв. Согласно исследованиям Г. А. Алиева, вертикальные почвенные зоны в области Большого Кавказа располагаются в следующем порядке: 1) альпийская зона с горно-луговыми примитивными, горно-луговыми торфянистыми (мощными, маломощными, темно-коричневыми и светло-коричневыми) горно-луговыми дерновыми почвами; 2) субальпийская зона с горно-луговыми черноземовидными, окультуренными или вторичными (измененными горно-луговыми), перегнойно-карбонатными, горно-луговыми светло-серыми (сильно смытыми) почвами; 3) горно-лесная зона с бурыми горно-лесными (светлыми и темными), перегнойно-карбонатными, бурыми лесными остепненными, коричневыми лесными почвами; 4) горно-степная зона с черноземными (выщелоченными и обыкновенными южными), каштановыми (темно-каштановыми, светло-каштановыми и серо-каштановыми) почвами; 5) полупустынная зона с бурыми (светло-бурыми, темно-бурыми), бурыми солонцеватыми (светло-бурыми), сероземными (солонцеватыми и солончаковыми) почвами.

В пределах Малого Кавказа, который представляет собой огромное нагорье, объединяющее горные сооружения Советского Закавказья и расположенное к югу от Кура-Рионской депрессии, М. Э. Салаев по степени увлажнения выделяет три почвенные зоны: зону достаточного увлажнения, занятую лесными массивами, для которой характерны горно-луговые и горно-лесные почвы; зону умеренного увлажнения, занимающую переходную полосу между лесной и степной зонами, т. е. зону лесостепную, где преобладают в основном горно-степные почвы, среди которых выделяются карбонатные и выщелоченные почвы различной мощности, зависящей от приуроченности к тем или иным элементам рельефа, и зону недостаточного увлажнения, характеризующуюся степными ландшафтами.

Эта зона совпадает с полосой сухих степей, занимающих периферию и представленных почвами каштанового типа почвообразования, среди которых имеются и солонцеватые разновидности.

Урал. Уральский хребет, простирающийся в меридиональном направлении более чем на 2500 км, отличается небольшой высотой. Высшей точкой Северного Урала, а вместе с тем и всего Уральского хребта, является гора Народная, поднимающаяся до 1885 м; на Среднем Урале наибольшую высоту имеет гора Конжаковский Камень, достигающая 1571 м, а на Южном Урале — гора Ямантау, поднимающаяся до 1639 м. На всем остальном протяжении Уральских гор высота их не превышает 800—1000 м над уровнем моря.

Отличаясь небольшой высотой, Уральские горы не обнаруживают резко выраженной вертикальной зональности. На всем протяжении этой горной системы преобладают дерново-подзолистые почвы, различающиеся как по степени оподзоленности, задерненности, так и по механическому составу.

Северная оконечность Урала от подошвы до вершины покрыта различными видами горно-тундровых почв, главным образом торфянисто-глеевыми и торфянисто-щебневатыми. Большое распространение имеют также торфяные болота. Почвенный покров Среднего Урала представлен подзолистыми, а Южного — дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами.

На вершинах высоких гор, выше зоны лесов, залегают горно-луговые, горно-тундровые и торфянисто-дерново-щебневатые почвы, отличающиеся высокой кислотностью. На низких предгорьях Южного Урала, как и на соседних равнинах европейской и азиатской частей СССР, широко распространены черноземы.

Черноземы предгорий и горных долин постепенно, по мере повышения местности, сменяются выщелоченными черноземами, затем серыми лесными почвами, а еще выше — дерново-подзолистыми и горно-луговыми почвами, которые сплошной полосой простираются вплоть до северных оконечностей Урала.

Горы Средней Азии. На территории Средней Азии имеется много различных горных хребтов. Своеобразие этих гор заключается в том, что на них слабо выражены, хотя и не выпадают совсем, пояса лесной растительности, которые занимают всю среднюю часть горных склонов. В горах Средней Азии преобладают открытые степные и луговые склоны, и только небольшая часть их покрыта лесами из особой тяньшанской ели, иногда редколесьем можжевельников (арчи) и кое-где полосами листовенных пород (например, грецкий орех в Фергане).

Благодаря наличию больших высот в этих горах вертикальная почвенная зональность в большинстве случаев хорошо выражена.

Остановимся на почвенном покрове наиболее значительных горных систем: Копет-Дага, Памира, Ферганского хребта и Джунгарского Алатау.

Копет-Даг расположен на границе СССР и Ирана и простирается почти на 500 км с запада на восток. Отдельные его вершины достигают 3000 м над уровнем моря. Нигде не заходя в снеговую область, Копет-Даг несет в общем отпечатки пустыни: лесов на нем нет, из древесных растений на склонах растет единичными экземплярами арча, и лишь в глубоких долинах можно встретить клен, вяз, инжир и др.

В связи со своеобразием и сложностью физико-географических условий почвенный покров Копет-Дага довольно разнообразен. Наиболее распространенными являются горные коричневые почвы сухих лесов и кустарниковых луго-степей, горные пустынно-степные сероземы и пустынные сероземы. Закономерность их распространения такова.

Самые высокие пункты горного хребта заняты коричневыми почвами, среди которых встречаются иногда разновидности черноземовидных почв. Развитие коричневых почв приурочено к полосе, расположенной на высоте от 1100 до 2500 м.

Ниже идет зона светло-коричневых почв, лежащая в пределах 500—1100 м. Еще ниже, примерно на высоте 300—400 м, развиты пустынно-степные сероземы, составляющие переходную (между почвами прилегающей равнины и гор) почвенную зону. В подгорной полосе, окаймляющей гряду, залегают сероземы, развитые на пролювиальных и делювиальных наносах.

Почвенный покров Копет-Дага, где климат более влажный и прохладный по сравнению с сухим климатом равнин, используется преимущественно под богарное земледелие, а также под выпасы и сенокосы.

Памир представляет собою высокое пустынное нагорье, с хребтами, достигающими 6000—7000 м над уровнем моря.

По природным условиям Памир делится на Восточный и Западный. Восточный Памир — высоко поднятое нагорье с среднегорным типом рельефа, резко континентальным климатом и

преимущественно пустынной растительностью. Западный Памир — область распространения глубоко расчлененного высокогорного рельефа с более мягким климатом и с древесной растительностью.

Рельеф Восточного Памира, несмотря на огромную высоту (более 6000 м над уровнем моря), отличается сравнительно небольшими относительными высотами (1200—1800 м), мягкими, округлыми очертаниями горных хребтов и массивов, разделенных широкими плоскодонными долинами (расположенными на высоте 3700—4200 м) и бессточными котловинами. Днища долин и котловин выполнены рыхлыми отложениями — мореной, делювием, пролювием и аллювием.

Рельеф Западного Памира характеризуется параллельными хребтами, вытянутыми с северо-востока на юго-запад. Острые зубчатые гребни хребтов возвышаются над днищами долин на 2—3 км и более. Вблизи водоразделов местами сохранились пологие формы рельефа, свойственные Восточному Памиру. Глубокие долины здесь имеют вид узких ущелий с крутыми скалистыми склонами. К днищам долин и нижней части склонов приурочены моренные отложения древних ледников самого различного механического состава.

Климат Памира высокогорный, континентальный, особенно на Восточном Памире, где континентальность обусловлена, в числе других причин, наличием обширных замкнутых котловин, в которых зимой застаиваются холодные плотные массы воздуха, и огражденностью высокими хребтами, перехватывающими влажные западные воздушные течения.

Восточный Памир по характеру растительности представляет высокогорную пустыню. Древесная растительность полностью отсутствует. Преобладают низкорослые растения с сильно разреженными надземными частями, приспособившиеся к суровым условиям местообитания. Наиболее сомкнутый растительный покров имеют увлажненные днища долин и котловин, где распространены сырые кочковатые луга — сазы. Основными растениями лугов являются различные осоки, кобрезии, злаки и др.

Растительность Западного Памира значительно богаче: на фоне пустынных и полупустынных ландшафтов, развитых на дне долин и по склонам гор (до высоты 2500—2600 м над уровнем моря), пятнами распространена древесно-кустарниковая растительность. Вдоль русел рек тянутся густые заросли ивы, облепихи, березы, тополя и боярышника.

Западная часть Памира характеризуется значительным распространением горных лугов субальпийской и альпийской зон.

В почвенном покрове преобладают сероземы и горно-луговые почвы субальпийской и альпийской зон. Сероземы на Западном Памире чаще всего граничат с горно-луговыми почвами, на Восточном Памире сероземы носят солонцеватый и гипсоносный

характер. Нередко здесь встречаются солончаки, а также солончаково-луговые почвы и сыпучие пески. Большинство почв каменисто-щебенчатые или хрящеватые.

Ферганский хребет, входящий в горную систему Тянь-Шаня, имеет несколько иной почвенный покров. По данным акад. Л. И. Прасолова, здесь можно выделить следующие почвенные зоны.

Горная — главным образом альпийская зона, с преобладанием горно-луговых и черноземовидных почв. На высших точках альпийские лужайки, снега и ледники.

Ниже залегает луго-степь с чередованием черноземовидных и солончаковых почв с почвами собственно черноземного типа, на которых до высоты 2200 м над уровнем моря встречаются пашни.

Следующей зоной является лесная область — чередование лесов и рощ фруктовых деревьев с лугами и степными участками. В лесах богатые перегноем темно-серые с ореховатой структурой почвы на лёссах. Рядом с ними горные черноземы с характерным, резко выделяющимся карбонатным горизонтом; земледелие бесполivное и поливное.

Далее идет область злаковой степи с темными сероземами, в которой распространена бесполivная культура пшеницы.

Еще ниже расположена полvнно-злаковая и разнотравная степь с сероземами. Характерна бесполivная культура. Из деревьев распространена главным образом фисташка.

Последней зоной являются равнины и долины рек с поливными посевами (рис, хлопок и др.). Преобладают солонцеватые сероземы, солончаки, луговые почвы.

Аналогичная картина в распределении почв наблюдается и на Джунгарском Алатау, также входящем в горную систему Тянь-Шаня. Как и на других горах Средней Азии, на Джунгарском Алатау отсутствует зона дерново-подзолистых почв.

Горы Сибири и Дальнего Востока. В большинстве случаев горы Сибири и Дальнего Востока не имеют горно-луговой зоны, они покрыты до вершин лесом, и только на самых высоких вершинах — «гольцах», растительность и почвы несколько напоминают тундру Крайнего Севера. Верхняя граница леса в горных областях на юге Сибири лежит на большой высоте (от 1500 до 2000 м над уровнем моря), постепенно понижаясь к северу.

Алтай представляет собой горную систему, для рельефа которой характерно господство более или менее широких плато, иногда полуразрушенных разрывом. Большинство хребтов Алтая отличается значительной высотой вершин: например, гора Белуха имеет высоту 4620 м над уровнем моря и покрыта вечными снегами.

Почвенный покров Алтая, по данным акад. Л. И. Прасолова, весьма разнообразен. Так, от низин по линии Барнаул —

Семипалатинск к вершинам гор залегают последовательно черноземы, дерново-подзолистые и, наконец, горно-луговые почвы. Несколько иная картина наблюдается при поднятии вверх от Зайсанской котловины; здесь сначала встречаются светло-каштановые почвы, потом — щебенчатые темно-каштановые, далее — горные черноземы, еще выше — дерново-подзолистые и, наконец, горно-луговые почвы.

С севера и северо-запада Алтай окаймлен выщелоченными черноземами. На юге Алтая (к югу от 44° сев. широты) встречаются в нижней зоне каштановые почвы (например, в Онгудае, что на Урсуле, притоке Катуня), имеющие нередко слабосолонцеватый характер.

По Бухтарме и Нарыну развиты черноземы и черноземовидные почвы. Широко распространены они также и севернее 51° сев. широты. Под лесами на всем их протяжении широко развиты дерново-подзолистые почвы и отчасти выщелоченные черноземы. Наконец, у пределов растительности располагается горная тундра — лишайниковая, моховая и каменисто-лишайниковая, обильно усеянная куропаточьей травой. Черноземы и каштановые почвы Алтая отличаются высокой плодородностью, являясь наиболее богатыми почвами этого края.

Саяны разделяются на Западные и Восточные. Западные Саяны начинаются восточнее Телецкого озера; у истока Большого Абакана (левого притока Енисея), где Саяны примыкают к Алтаю. Отсюда главный Саянский хребет тянется на северо-восток к Большому порогу на Енисее, располагаясь на водоразделе между Кемчиком и Кантегиром, левыми притоками Енисея. Почти на всем протяжении он сложен гранитом.

В западной, приабаканской части отдельные вершины достигают высоты 2800—2900 м над уровнем моря, выходя из зоны древесной растительности. К востоку от Енисея хребет становится ниже, опускаясь обычно до 1800—1600 м (местами ниже границ лесной растительности), но кое-где он достигает 2100 м над уровнем моря.

Вершинная часть Саян — расчлененная поверхность, над которой выдаются обычно округлые, куполовидные «гольцы», т. е. вершины, поднимающиеся выше границ леса.

Система Восточных Саян начинается на левом берегу Енисея, выше Красноярска, близ устья р. Маны, впадающей в Енисей справа, и тянется отсюда на юго-восток к промежутку между Байкалом и Косоголом. Здесь в долине Иркуты Восточные Саяны входят в соприкосновение с горной системой Забайкалья.

По рельефу Восточные Саяны представляют собой горные массивы с плоскими вершинными поверхностями, над которыми местами поднимаются невысокие куполовидные «гольцы».

Восточные Саяны выше Западных и на них имеется несколько ледников. Высшей точки Саяны достигают у истока ле-

вых притоков Ангары-Оки и Иркут, где вершина Мунку-Сардык достигает 3490 м над уровнем моря. С этой вершины спускается несколько ледников.

Между северными склонами Западных Саян на юге и юго-востоке и отрогами Восточных Саян на северо-востоке залегает Минусинская котловина, пересекаемая приблизительно посередине Енисеем. Наиболее низкая часть ее, вдоль Енисея, лежит на 250—300 м над уровнем моря, на окраинах она имеет 400—600 м, а местами и больше. Часть котловины между Енисеем, Абаканом и подножьем Западных Саян носит название Кой-бальской степи.

Минусинская котловина отличается жарким летом (до $+40^{\circ}$) и холодной зимой (до -50°). Жаркое лето позволяет разводить в Минусинской лесостепи арбузы и дыни.

В Минусинской котловине по левую сторону Енисея преобладает злаковая степь из ковыля-волосатика, типчака и келерин; на склонах к злакам присоединяются полины.

Почвенный покров представлен темно-каштановыми почвами и южными черноземами, развитыми на мощных карбонатных лёссовидных суглинках. На правом берегу Енисея среди степи местами встречаются сосновые боры на песках и березняки; этот район представляет собой лесостепь.

Господствующими почвами здесь являются выщелоченные черноземы и дерново-подзолистые почвы, чередующиеся местами с пятнами южных черноземов. Почвы Минусинской котловины обладают высокой природной производительностью.

Необходимо отметить и Усинскую котловину, орошаемую р. Ус (притоком Енисея) и ограниченную с севера Мирским хребтом. Дно этой котловины лежит на высоте около 700 м над уровнем моря. По своему облику Усинская котловина должна быть отнесена к горной лесостепи: склоны ее, обращенные на север, покрыты елово-лиственничными и лиственничными лесами; склоны, обращенные на юг, представляют собой степь, где нередок перистый ковыль. Зима в Усинской котловине очень суровая, лето же теплое, позволяющее сеять зерновые культуры.

Преобладающими почвами являются дерново-подзолистые и подзолистые, а также выщелоченные черноземы; местами встречаются пятна южного чернозема.

Почвенный покров горных хребтов Саян, несколько отличающийся от рассмотренного выше почвенного покрова котловин, в основных чертах может быть охарактеризован следующим образом.

Долины и низкие предгорья Саян покрыты черноземными степями, которые на южных склонах поднимаются до 400 м над уровнем моря. На северных склонах широко развиты выщелоченные черноземы, занятые лесостепью.

Выше 600 м начинается зона дерново-подзолистых и подзолистых почв, которая подымается до верхней границы леса. Эта зона сплошь занята тайгой из кедра, пихты, ели, лиственницы, сосны и березы. На высоте 1600—2000 м над уровнем моря лесная растительность исчезает, уступая высокотундровой флоре, представленной различными лишайниками и мхами. Почвенный покров здесь состоит из торфяно-болотистых и отчасти лугово-болотных горно-тундровых почв.

Преобладающими почвами на всем протяжении Саянских хребтов являются дерново-подзолистые почвы различного механического состава и разной степени оподзоленности. Нередки выходы коренных пород и осыпи. Для плоских хребтов и вершин Саян характерны каменные россыпи, покрывающие местами значительные площади.

Прибайкалье и Забайкалье по рельефу представляют собой продолжение Восточных Саян. И там и здесь возвышенность без хребтов с ясно выраженным гребнем; горы имеют вид плоских и широких водораздельных плоскогорий, рассеченных размывом на куполообразные вершины и округлые гривы. Отдельные выдающиеся вершины редки. Наиболее высокими участками Забайкалья являются Яблоновый хребет, Витимское плоскогорье и Патомское нагорье. Однако абсолютные высоты Забайкалья в общем невелики. Высшей точкой всего Забайкалья является «голец» Сохондо, достигающий высоты 2540 м над уровнем моря.

Главная вершина Сохондо — совершенно плоская, она покрыта россыпями крупных глыб дацита (изверженная порода), имеет ступенчатые склоны; древесная растительность в виде редких кедров и лиственниц поднимается на этой возвышенности до 2000 м. Средняя же высота всего Забайкалья обычно не превышает 1000—1500 м над уровнем моря.

В природном отношении Забайкалье представляет оригинальную область, где сибирская тайга соприкасается и перемежается с монгольскими степями. Здесь тайга по горам простирается из Сибири далеко на юг, до верховьев Онона и Ингоды, внедряясь в сухие степи Монголии. С другой же стороны степи по понижениям и долинам заходят к северу — до Байкала, Верхней Ангары и Баргузина.

Наиболее крупными степными и лесостепными районами Забайкалья являются Селенгинский — на западе, и Нерчинский — на востоке. Кроме того, элементы степи встречаются еще в бассейне Верхней Ангары, Баргузина, Аргуни, на побережье Байкала к юго-западу от о. Ольхона и др.

Степи в Забайкалье встречаются на высоте, примерно, от 600 до 900—1000 м; на высоте от 900—1000 до 1200 м располагается лесостепь, а выше идет горная тайга, поднимающаяся

вверх в южном Забайкалье до 1700—1900 м. При этом на юге Забайкалья степь и лес поднимаются в горы выше, чем на севере, где лес обычно кончается уже на высоте 1200 м.

Преобладающими почвами Забайкальских степей являются своеобразные черноземы, затем светло- и темно-каштановые, развитые преимущественно на делювиальных и пролювиальных отложениях различного механического состава. Наряду с каштановыми значительное распространение здесь имеют и другие почвенные образования в самых различных сочетаниях.

Так, в долине Верхней Ангары на южных склонах широко развиты каштановые, а на северных склонах — горноподзолистые, дерново-подзолистые и дерновые почвы, занятые лиственными и сосново-лиственными лесами. В бассейне Баргузина на фоне каштановых почв местами встречаются солонцы.

Наиболее распространенными между 52°30' и 53°30' сев. широты на высоте около 950 м являются дерново-подзолистые и дерновые почвы в комплексе с каштановыми. В Нерчинских степях на фоне луго-степных и каштановых почв местами встречаются столчатые солонцы, а на дне глубоких долин — солончаки. На возвышенности Буринхан, расположенной между Джидою и Темником (притоками Селенги), до высоты 800—900 м темно-каштановые почвы комплексируются с южными черноземами.

Лучшими почвами в Забайкалье являются южные черноземы и темно-каштановые; затем идут светло-каштановые, дерново-слабоподзолистые и дерновые, широко развитые в полосе лесостепи. Значительная часть почв в настоящее время распахана и используется в полеводстве, частично же они заняты естественными выпасами и сенокосами.

Полеводство поднимается здесь обычно на высоту не больше 900—1000 м над уровнем моря.

Горы северо-восточной Сибири включают в себя хребты Верхоянский, Колымский (Гыдан), хребет Черского и возвышенности Чукотского округа. Верхоянский хребет расположен на водоразделе Лены и Яны и частью Индигирки. На севере он доходит до Северного Ледовитого океана, на юге — до верховий Индигирки. Высота хребта на юге, в области Индигирки, достигает 2500 м, в районе тракта из Якутска в Верхоянск — 2000 м; к северу хребет понижается.

Хребет Черского, состоящий из нескольких параллельных цепей, расположен в районе верхнего течения Индигирки и Колымы. Отдельные его точки достигают высоты 2000—2500 м.

По берегу Охотского моря, от р. Ямы, впадающей в Охотское море, у Ямска, на северо-восток тянется хребет Колымский, имеющий в верховьях р. Омолона среднюю высоту 1500—1600 м.

Наиболее высокой частью Чукотской возвышенности является Анадырский хребет, достигающий местами более 2000 м.

Долины, склоны, и низкие плато в этих горных областях покрыты лесами, состоящими главным образом из лиственницы и сибирской ели.

Почвенный покров представлен горно-подзолистыми, затем дерново-подзолистыми, дерново-подзолисто-глеевыми и торфяно-подзолисто-глеевыми почвами. К северу почвенный покров изменяется, и в области лесотундры и тундры господствуют торфянисто-подзолистые и торфянисто-глеевые почвы.

Разновидности горно-тундровых почв занимают также обширные площади на высоких хребтах или «гольцах», лишенных древесной растительности. Значительное распространение в таких горных системах имеют каменные осыпи, обнажения горных пород и другие (непочвенные) геологические образования.

Горы бассейна реки Амур включают в себя такие значительные горные хребты, как Становой, Олекмо-Байкальский и Буреинский, или Малый Хинган, занятые широколиственными и хвойными лесами.

Преобладающими почвами здесь являются дерново-слабо-подзолистые каменистые почвы с пятнами торфяно-болотных среди скал и россыпей. На водораздельном плато Станового хребта и других горных цепей широкое развитие имеют торфянисто-болотные и торфянисто-подзолистые почвы.

В долине Амура, в районе Благовещенска и Хабаровска, большие массивы представлены аллювиально-луговыми и лугоболотными почвами. Они отличаются высокой природной производительностью; значительная часть их в настоящее время освоена и используется под пашни и сенокосы.

Горы Сахалина. Остров Сахалин характеризуется разнообразным и сложным горным рельефом. В южной и центральной полосе острова преобладают горы средней высоты, в северной — низменности. Одним из основных горных поднятий острова являются Восточно-Сахалинские горы. Западная часть острова занята менее высокими Западно-Сахалинскими горами.

Восточно-Сахалинские горы, по данным И. М. Забелина, состоят из кулисообразно расположенных, сменяющих друг друга хребтов, последовательно снижающихся к востоку. Наибольшие высоты приурочены к центральной части гор, где находятся горные массивы Лопатина (1609 м), и Невельского (1398 м); к северу и к югу от них высоты снижаются.

Горы сравнительно сильно расчленены как продольными, так и поперечными долинами; для них характерны округлые вершины и в большинстве случаев узкие и глубокие речные долины. Сложены они метаморфическими и осадочными породами, к которым примешиваются изверженные породы.

Западно-Сахалинские горы состоят из нескольких параллельных хребтов, разделенных продольными долинами. Самой высокой является гора Журавлева (1324 м); к югу высотные отметки

снижаются до 406 м, а к северу — до 657 м. Сложены горы преимущественно глинистыми и песчано-глинистыми сланцами, песчаниками и конгломератами мелового и третичного возраста, среди которых встречаются интрузии габбродиоритов и других изверженных пород.

По климату Сахалин принадлежит к области восточно-азиатских муссонов. В целом для острова характерны холодная, более влажная, чем на материке, зима и прохладное дождливое лето. Осадков выпадает больше всего летом и осенью, когда дует влажный морской муссон, меньше всего — зимой. Число дней с осадками велико. Снег в горах остается до середины августа, но вечных снегов в горах нет.

Растительность в различных частях Сахалина неодинакова. В южной половине острова преобладают леса из аянской ели, сахалинской пихты и каменной березы, а также из широколиственных пород (монгольский дуб, маньчжурский ясень, бархат, клены, ильмы, сахалинская вишня и др.). К северу широколиственные породы постепенно исчезают, и в горных районах доминируют темнохвойные елово-пихтовые леса, покрывающие склоны Западно-Сахалинских и Восточно-Сахалинских гор.

Вся северная половина острова занята светлохвойными, сильно заболоченными лесами из даурской лиственницы с примесью березы. На более сухих участках встречаются заросли кедрового стланика, на водораздельных участках развит сплошной покров из оленьего мха — ягеля. На морских побережьях, иногда заболоченных, формируется растительность, напоминающая тундровую (багульник, морошка, пушица, осоки и др.).

Наиболее распространенными почвами Сахалина являются дерново-подзолистые и торфяно-подзолисто-глеевые. Дерново-подзолистые почвы преобладают в центральной и южной частях острова, торфяно-подзолисто-глеевые распространены преимущественно на севере Сахалина. В долинах рек значительные площади занимают дерново-аллювиальные луговые почвы.

Это наиболее плодородные почвы; они содержат от 6 до 8% перегной, много фосфора и калия и в этом отношении представляют большую ценность для сельскохозяйственного производства. Луговые почвы используются под сенокосы и пастбища, а также под посевы различных культур. В долинах рек возделывают различные зерновые культуры, картофель и овощи.

Горы Камчатки. Камчатка — обширный гористый полуостров, в средней части которого проходят два параллельных хребта — Срединный и Восточный. Главный хребет — Срединный — имеет высоту от 1500 до 2000 м над уровнем моря; он начинается к северу от р. Плотниковой и проходит вдоль всего полуострова. Наибольшая высота Срединного хребта (на потухшем вулкане Ичинском) достигает 3621 м. К северу Срединный хребет понижается до 300—400 м.

Восточный хребет представляет систему хребтов, вытянутых один за другим вдоль полуострова (хребты Ганальские Востряки, Валагинский и Кумроч) и разделенных рядом понижений. Средняя высота Восточного хребта не превышает 2000 м.

Между Срединным и Восточным хребтами расположена удлинённая широкая Камчатская впадина, по которой протекает р. Камчатка. Камчатская впадина заполнена четвертичными отложениями.

Геологическое строение Камчатки характеризуется широким развитием мезозойских, главным образом меловых, и третичных отложений, смятых в складки меридионального и северо-восточного простирания. На большей части они перекрыты покровами древнечетвертичных лав и продуктами их выветривания.

Северная часть Камчатки плоская, безлесная и носит характер моховой тундры; узкая полоса тундры тянется также и в низких местах западного побережья. В середине полуострова и отчасти на побережье широко развита тайга; на возвышенностях она переходит в заросли каменной березы, а на горных склонах сменяется густым кедровым стлаником.

Для восточного побережья характерны парковые леса из крупной искривленной каменной березы, а в понижениях — заросли высоких трав (шеломайник, вейник и др.). Выше по склонам гор эта растительность сменяется ольховым и кедровым стланиками, а с высоты 1000 м — горными альпийскими лугами.

В долине р. Камчатки широко распространены хвойные леса из даурской лиственницы и аянской ели, в пойме — леса из тополя, ив и ольхи, а также луговые угодья. В западной низменности сильно развиты моховые кочкарные торфяники.

Почвенный покров Камчатки довольно разнообразен. В верхней безлесной зоне горных хребтов развиты главным образом горно-тундровые грубоскелетные почвы; в зоне лесов наиболее распространены дерновые и дерново-подзолистые почвы со слабо выраженными признаками оподзоливания, а иногда и без них; в Западно-Камчатской низменности развиты торфяно-болотные почвы; в долине р. Камчатки обширные площади представлены темноцветными луговыми и дерново-аллювиальными почвами, являющимися наиболее плодородными почвами полуострова Камчатки.

Обилие плодородных лугов с богатой травяной растительностью создает благоприятные условия для развития животноводства. Значительные площади в долине р. Камчатки в настоящее время распаханы и используются для возделывания зерновых культур, разнообразных овощей и картофеля. Обширная долина р. Камчатки — весьма перспективный район развития интенсивного земледелия и животноводства.

ГЛАВА XXIV

ПЕСКИ И ПЕСЧАНЫЕ ПОЧВЫ СУХОЙ СТЕПИ И ПУСТЫНИ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВИДЫ ПЕСКОВ

Пески и песчаные почвы в южных областях нашей страны занимают огромные пространства. Особенно большие площади заняты песками и песчаными почвами в низовьях Днепра, Дона, Волги, Терека, Кумы, в Прикаспийской низменности, в Каракумах, Кызылкумах, Каттакумах и др.

Так, песчаные массивы в низовьях Днепра составляют около 200 тыс. га. Они расположены вдоль левобережья Днепра в Херсонской области и залегают не сплошным массивом, а в виде отдельных участков, или «песчаных арен». Около 30—40% песчаной территории занято бугристыми подвижными заросшими песками, на окраинах песчаных массивов распространены песчаные и супесчаные почвы.

По историческим данным, песчаные территории в низовьях Днепра в прошлом были покрыты травянистой и лесной растительностью. Вырубка леса, непомерный выпас скота, а впоследствии нерациональная обработка песчаных почв без применения защиты от ветра вызвали развевание песчаных территорий. Ветровая же эрозия еще более способствовала развеванию песчаных земель и резкому снижению их плодородия. В результате этих явлений на ровных степных территориях низовьев Днепра образовались голые подвижные бугристые пески.

Придонские пески распространены вдоль Дона и его притоков (Хопра, Медведицы, Чира, Донца и др.). Общая их площадь составляет свыше 1 млн. га.

В течение многих веков, вплоть до XV—XVI столетия, Придонские степи были заселены скотоводческими племенами, которые своими стадами разбили значительную часть притеррасовой песчаной степи Дона и его притоков. В дальнейшем здесь широко развивалась ветровая эрозия, послужив причиной образования бесплодных сыпучих лесков, покрытых грубой бурьянистой растительностью.

Среди бугристых песков нижнего Дона довольно много мелкобугристых, образовавшихся в результате недавнего разрушения супесчаных почв; среднебугристых песков меньше, крупнобугристые же пески почти отсутствуют. Значительную часть неразбитых участков песчаных массивов составляют песчаные и супесчаные почвы.

Небольшая часть песков Среднего и Нижнего Дона занята естественными и искусственными лесами; часть территории используется под посев бахчевых и других сельскохозяйственных

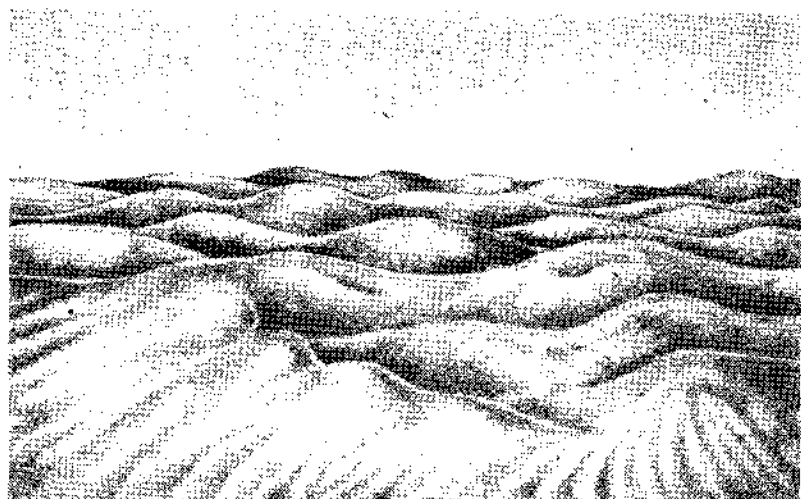


Рис. 21. Песчаные кучугуры в Астраханской области.

культур и под выпас скота. Преобладающая же часть территории Придонских песков остается неиспользованной.

Приволжские пески расположены на правом берегу Волги в Саратовской и Волгоградской областях на площади свыше 100 тыс. га. Здесь на высоком правом берегу Волги местами залегают третичные (коренные) пески; местами они сильно разбиты и имеют характер бугристых песков.

Вдоль левобережья Волги значительно распространены древнеаллювиальные пески, встречаются отдельные массивы мелкогрядовых и равнинно-волнистых песков, а также большие площади песчаных и супесчаных почв, которые при распахке сильно подвержены ветровой эрозии.

Терско-Кумские пески расположены в Чечено-Ингушской, Дагестанской АССР и Ставропольском крае на площади, около 800 тыс. га. Наиболее крупным массивом является Терский, занимающий более 600 тыс. га. По характеру рельефа Терские пески грядовые, грядово-барханные и грядово-бугристые.

В прошлом Терско-Кумские пески также были покрыты растительностью и служили пастбищами для скота кочевников. Нерациональное использование песчаных степей привело сначала к изреживанию травостоя, а затем и к их разбиванию. Постоянные ветры полупустыни развеяли пески, отчего и образовались песчаные бугры и барханы.

В настоящее время значительная часть Терско-Кумских песков используется под выпас овец и небольшая часть под посевы сельскохозяйственных культур.



Рис. 22. Барханы в Кызылкуме (Средняя Азия).

Астраханские пески широко распространены в полупустыне, на черных землях; в Калмыцкой АССР они занимают около 400 тыс. га, в Астраханской области — 700 тыс. га. Далее к востоку эти пески переходят в массивы песков междугрядья Волга — Урал, залегающих в Казахской ССР.

В далеком прошлом Астраханские пески представляли собой богатые пастбища и сенокосы. В XVIII в. неумеренная пастьба скота и хаотическая распашка привели к истощению степей, уничтожению естественной растительности и опесачиванию края.

Огромные массивы песков залегают в Средней Азии — в Каракумах, Кызылкумах, Каттакумах, Центральной Фергане и др.

Лишенные растительности пески под влиянием ветра способны передвигаться на значительные расстояния и сплошь засыпать близлежащие поля, луга, сады и другие участки. В этом

отношении песчаные массивы представляют серьезную угрозу для земледелия соседних с песками районов.

Специфической особенностью песков и песчаных почв являются рыхлость, бесструктурность, легкое развевание, высокая водопроницаемость, весьма малая влагоемкость и незначительное содержание гумуса и водорастворимых солей.

Пески разного происхождения в большинстве случаев на 95—98% состоят из кварца и различаются лишь степенью сортировки и размерами частиц; в целом же они относятся преимущественно к мелким пескам, в которых частицы размером 0,25—0,05 мм составляют 85—95%. Все они бедны глиной (0,5—1,5%) и перегноем (0,01—0,005%). Исключительно бедны они азотом, фосфором, калием, кальцием, содержание которых измеряется сотыми или тысячными долями процента.

ОСВОЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕСКОВ

Из сказанного, однако, вовсе не следует, что пески и песчаные почвы являются непригодными для сельскохозяйственного использования. Проведенные в нашей стране опыты весьма убедительно свидетельствуют о возможности, за небольшим исключением, использования песчаных территорий для сельского и лесного хозяйства. Главная задача сводится к тому, чтобы наиболее рационально освоить и использовать эти территории.

Самым правильным является комплексное освоение песков. При этом нельзя ограничивать задачу песчаной мелиорации только лесоразведением. Лес — лишь одно из важных звеньев комплексного освоения песчаных земель. Следует помнить, что без создания на этих землях (после их закрепления и освоения) многоотраслевого сельского хозяйства — с бахчеводством, животноводством, садоводством и виноградарством, нельзя обеспечить рационального решения такой важной государственной проблемы, как включение в сельскохозяйственный оборот новых миллионов гектаров целинных песчаных земель.

В комплексе различных видов освоения песков и песчаных почв лесная мелиорация, несомненно, должна занимать видное место. Без создания лесных полос нельзя рассчитывать на успешное возделывание винограда, садовых и полевых культур на песчаных землях.

Главное назначение лесных полос сводится к предохранению почвы от развевания ветром, к защите возделываемых культур от выдувания, засыпания песком и засекания молодых растений песчинками, а также к защите от суховейных ветров. Кроме того, лесные насаждения служат защитой от заносов песком усадебных участков и различных строений колхозов и совхозов, водоемов, рек, каналов, путей сообщения и других объектов.

На участках, предназначенных под массивное лесонасаждение, создаются леса в целях получения древесины. Значение этого вопроса в малолесных районах огромно.

При правильной организации территории, введении почвозащитных севооборотов, защите посевов от выдувания и засыпания песком и применении соответствующей агротехники на песчаных землях можно получить высокие урожаи различных сельскохозяйственных культур и создать хорошие лесные насаждения.

Прекрасный сосновый лес, например, выращен в Обливском опорном пункте на Придонских песках, в Вешенском лесхозе Ростовской области на перевейных наносных песках, в Арчадинском лесхозе Волгоградской области на песчаных почвах, в Западно-Казахстанской области на Урдинских песках, в Ачикулакском лесхозе Ставропольского края на бугристых песках и т. д.

На защищенных лесными полосами песчаных землях хорошо произрастают и дают высокий урожай виноград, бахчевые культуры и озимая рожь.

Работами опытных станций доказано, что пески и супеси в низовьях Днепра, на Дону и в Нижнем Поволжье, на Тереке, Куме и Прикаспии с успехом могут быть использованы для промышленного виноградарства.

Наиболее пригодны для этой цели песчаные земли с равнинным и легковолнистым рельефом и залеганием грунтовых вод на глубине от 2 до 4 м.

С применением соответствующей агротехники виноградарства, заложенные на песках, дают высокие урожаи, а кусты отличаются долговечностью и не страдают от серьезного вредителя — филлоксеры.

Песчаные земли Дона и его притоков вполне пригодны для промышленного садоводства. Здесь возможно без полива получать хорошие и устойчивые урожаи яблок, груш, вишни и абрикосов.

Большие урожаи на песчаных землях дают арбузы и другие бахчевые культуры. Как показали производственные опыты, проводившиеся на опытных полях, а также в колхозах и совхозах Волгоградской, Ростовской, Астраханской и других областей, урожаи арбузов на песках и песчаных почвах несколько не уступают урожаям на черноземных и каштановых почвах, качество же плодов арбузов, выращенных на песчаных почвах, значительно выше.

Таким образом, песчаные земли юга и юго-востока СССР могут стать основной базой бахчеводства, в связи с чем значительные площади черноземов и каштановых почв, занимаемые в настоящее время бахчевыми, высвобождаются под другие культуры.

Большое значение бахчевые культуры имеют в развитии животноводства. Благодаря высоким кормовым качествам, засухоустойчивости и большой урожайности кормовые бахчевые культуры являются наиболее перспективными растениями на песчаных землях. При этом, из всей группы кормовых бахчевых самым засухоустойчивым и урожайным на песчаных землях оказался кормовой арбуз, урожай которого достигает 400—500 ц/га.

Из зерновых культур наиболее урожайной и устойчивой на песчаных почвах является озимая рожь, которая может возделываться как продовольственная и кормовая культура.

Песчаные массивы после соответствующего закрепления их древесной и травянистой растительностью могут стать ценными сельскохозяйственными угодьями. На них при строгом соблюдении определенной системы можно пасти скот, косить сено, а лесные насаждения частично можно использовать для получения дров и деловой древесины.

Таким образом, пески и песчаные почвы юга-востока нашей страны могут быть самыми различными путями использованы в сельском хозяйстве, поэтому они представляют большой резерв для вовлечения в культуру новых целинных земель.

При освоении и использовании в сельском хозяйстве песчаных массивов важнейшими мероприятиями являются следующие: подбор для тех или иных культур участков, наиболее защищенных от господствующих ветров; устройство ветрозащитных кулис из высокостебельных растений (сорго, африканского проса, кукурузы); бороздование посевов бахчи специально приспособленными треугольниками или конными плугами; посев сельскохозяйственных культур полосами шириной 30—50 м; введение почвозащитных севооборотов; систематическое внесение органических и минеральных удобрений.

Вся система агротехнических мероприятий должна быть направлена на предохранение песчаных территорий от развевания и на повышение плодородия песчаных почв.

ГЛАВА XXV

ЭРОЗИЯ ПОЧВ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

ВИДЫ ЭРОЗИИ

Под эрозией почвы (лат. *erosio* — разъедание) понимают многообразные процессы разрушения почвы и перемещения продуктов разрушения водой и ветром. В связи с этим различают водную эрозию почв и ветровую эрозию, или дефляцию.

Оба вида эрозии почв широко проявляются в природе и причиняют колоссальный вред народному хозяйству страны.

Водная эрозия почвы вызывается поверхностными потоками талых, дождевых и ливневых вод. Под влиянием этих потоков происходит плоскостной смыв и линейный размыв почвы.

Плоскостная эрозия сопровождается смывом верхних, наиболее плодородных горизонтов почвы на обширных площадях.

Линейная эрозия развивается на узких полосках почвы, в результате чего наклонная поверхность склонов постепенно расчленяется небольшими промоинами, затем крупными рытвинами и, наконец, огромными оврагами, и ценные земельные угодья превращаются в бросовые земли. В большинстве случаев плоскостная эрозия протекает совместно с линейной или же предшествует ей.

Степень развития водной эрозии всецело зависит от природных и производственных условий и в разных местах проявляется по-разному. Большое значение имеют наличие или отсутствие растительности, свойства почвы и почвообразующих пород, приемы сельскохозяйственного использования земель, наклон поверхности и влажность климата.

Растительность является серьезнейшим препятствием для развития эрозии. Даже на крутых склонах, если они покрыты древесной или травянистой растительностью и имеют хорошо развитую дернину, эрозия или совсем не проявляется, или же проявляется в весьма ничтожной степени. Уничтожение растительности и распашка склонов способствует возникновению эрозии.

Особенно быстрыми темпами развивается эрозия на полях, вспаханных вдоль склона. На таких участках на протяжении всего лишь нескольких лет полностью смывается пахотный слой, обнажается иллювиальный горизонт, а нередко и почвообразующая порода, территория покрывается сетью рытин и оврагов, и земельный массив выбывает из строя. Мало проявляется эрозия на структурных почвах, обладающих хорошей впитывающей способностью, так как поверхностного стока воды почти не происходит.



Рис. 23. Размыв территории после обезлесения.

Слабее проявляется эрозия на местности с малым наклоном, сильнее — на крутых склонах. При этом выпуклые склоны больше подвержены водной эрозии, чем вогнутые, на которых в связи с уменьшением крутизны склона снижается скорость талых и дождевых вод. Поэтому на выпуклых склонах преобладают смытые почвы, а на вогнутых — намытые. Смытые и намытые почвы — широко распространенное явление, особенно в условиях бугристого и холмистого рельефа.

Развитию эрозии в значительной степени благоприятствует распашка бровок и ложбин, балок, а также освоение песчаных и супесчаных целинных и залежных земель без применения соответствующих противоэрозионных агротехнических мероприятий.

Большое влияние на развитие эрозии оказывает влажность климата: чем больше осадков выпадает в той или иной

местности, главным образом в виде сильных ливней, тем благоприятнее условия для проявления водной эрозии.

Водная эрозия не только разрушает пахотные угодья, но наносит большой вред сенокосам и пастбищам в поймах, заиляет реки, пруды и водохранилища, портит гидротехнические сооружения.

Явления водной эрозии, представляющие собой прямое следствие примитивной агротехники и хищнического использования



Рис. 24. Растущий овраг.

земель в дореволюционной России, значительно распространены в нашей стране. Особенно сильно выражены эрозионные процессы в лесостепной зоне, Центральных черноземных областях, Поволжье, Правобережной Украине и предгорных областях.

Ветровая эрозия оказывает на почвенный покров столь же пагубное влияние, особенно в период черных или пыльных бурь, способных поднимать в воздух и переносить на тысячи километров десятки и сотни миллионов тонн мельчайших почвенных частиц.

Наглядной иллюстрацией к сказанному могут служить процессы ветровой эрозии в области Великих равнин на территории США. В мае 1934 г. только за один день с территории Великих равнин было снесено 300 млн. т почвенной массы.

Ветровая эрозия наиболее сильно распространена в степных, пустынно-степных и пустынных зонах, главным образом, в Пав-

лодарской, Кустанайской, Актюбинской, Западно-Казахстанской, Семипалатинской областях, в Целинном крае, Карагандинской области, Бурятской АССР, Красноярском, Алтайском краях, Омской, Тюменской, Оренбургской, Куйбышевской, Волгоградской, Саратовской, Астраханской, Ростовской, Воронежской областях, Ставропольском крае, Луганской, Днепропетровской, Николаевской областях и Молдавской ССР.

Вследствие ветровой эрозии почвы обедняются мелкоземом, гумусом, основными элементами пищи растений — азотом, фосфором, калием.

Ветровая эрозия обнажает подпахотный горизонт, ухудшает условия жизнедеятельности микроорганизмов, почва становится биологически малоактивной. Все это приводит к резкому падению плодородия и урожаев.

Легкие супесчаные почвы, если не принимаются защитных мер, превращаются в сыпучие бугристые или барханные пески, становятся бросовыми землями.

По подсчетам Т. Б. Якубова, проводившего исследования в Кустанайской области, в неоднократно эродированных супесчаных черноземах содержание гумуса уменьшается в 2,5—2,8 раза, валового азота — в 1,5—3 раза, калия — почти в 2 раза, фосфора — в 1,5—6 раз.

Пыльные бури не только разрушают почвы, но засекают песчинками стебли растений и уничтожают посевы на огромных площадях.

Интенсивному развитию процессов дефляции в сухой степи весьма способствуют равнинность огромных территорий, отсутствие дождей в летний период, наличие больших участков легких песчаных и супесчаных почв и частые, долго дующие сильные сухие ветры.

В наибольшей степени подвержены ветровой эрозии легкие почвы — песчаные, супесчаные, легкосуглинистые и глинистые пески, широко распространенные в сухостепных районах. Наряду с этими землями в северных областях Казахстана ветровой эрозии подвергаются обширные территории карбонатных черноземов и каштановых почв.

Усиленному развитию ветровой эрозии почв в сухих степях в значительной степени способствовали сплошные распашки крупных массивов, внутри которых имеются участки, подверженные дефляции, посев зерновых культур по зерновым несколько лет подряд, отсутствие правильных севооборотов и применение стандартного для различных участков набора машин и шаблонной агротехники.

Большим препятствием для развития ветровой эрозии является структурность почв и наличие растительности. На участках с хорошо развитым сплошным растительным покровом ветровая эрозия практически не проявляется.

МЕРЫ БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ

Эрозия почв — процесс необратимый: все, что вынесено из почвы водой или ветром, навечно потеряно для земледелия и никогда больше не возвратится в почву.

Эрозионные процессы причиняют огромный ущерб народному хозяйству, поэтому решительная борьба с этим великим стихийным бедствием должна проводиться систематически, постоянно и повсеместно.

Борьба с эрозией почв во всех ее проявлениях является одной из главнейших задач сохранения почвенного плодородия.

Многолетним опытом Советского Союза в этом направлении доказано, что борьба с эрозией возможна, что возможно не только ослабление эрозии, но и полное прекращение ее, восстановление смытых и разрушенных ветрами истощенных земель и значительное повышение их продуктивности.

Борьбу с эрозией нельзя рассматривать в отрыве от общих агротехнических и организационных мер, направленных на подъем культуры земледелия. Борьбу с эрозией необходимо вести в едином комплексе агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий на базе научно обоснованной организации земельной территории, она должна быть направлена как на устранение причин, порождающих эрозию, так и на искоренение следствий этого явления.

Очень существенно, чтобы борьба эта проводилась не на отдельных небольших участках, а на обширных территориях.

Некоторые мероприятия по борьбе с водной и ветровой эрозией почв являются межзональными и могут применяться почти во всех почвенно-климатических сельскохозяйственных зонах. К ним относятся следующие мероприятия (по С. С. Соболеву).

Противоэрозионная организация территории с выделением площадей, в разной степени подверженных водной и ветровой эрозии, где необходимо применять различные противоэрозионные мероприятия с правильным размещением системы севооборотов, защитных лесных насаждений и гидротехнических сооружений.

Введение на землях, подверженных эрозии, почвозащитных полевых севооборотов и, в зависимости от местных условий, с заменой чистых паров занятыми, сидеральными, кулисными, с увеличением посевов озимых колосовых зерновых культур, с посевами пожнивных и подсевных культур. При пропашных севооборотах особо важное значение приобретают землеустроительные и агротехнические мероприятия (приемы обработки) по борьбе с эрозией почв.

Проведение пахоты, рядового посева и посадки сельскохозяйственных культур, а также культивации только поперек склона.

Создание полос-буферов из многолетних трав на более крутых склонах и на участках, подверженных выдуванию, а на незасоренных участках оставление полос-буферов из стерни на высоком срезе.

Укрепление и облесение оврагов и песков, облесение сильно эродированных крутых склонов и балок и создание других защитных лесонасаждений, а также лесов хозяйственного значения на землях, не пригодных для сельскохозяйственного использования.

Залужение и закрепление водоподводящих ложбин к оврагам и балкам, а также крутых склонов; заравнивание промоин, разъемных борозд и другие приемы рассредоточивания поверхностного стока.

Регулирование пастбы скота в балках, на крутых склонах, на песчаных и супесчаных почвах, на заросших и ползаросших песках, в лесах; охрана лесных насаждений от потрав скотом.

Защита от размыва шоссейных, профилированных и грунтовых дорог.

В отдельных почвенно-климатических и сельскохозяйственных зонах и районах рекомендуется применять целый ряд специальных приспособленных к местным условиям мероприятий, сочетание которых с общими межзональными мероприятиями образует зональные системы противоэрозионных мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией почв, входящие как неотъемлемая часть в зональные системы ведения сельского хозяйства и системы земледелия, разработанные и вводимые в СССР.

Разработка системы противоэрозионных мероприятий применительно к условиям конкретного хозяйства (колхоза или совхоза) должна базироваться на основе тщательного изучения почв, рельефа, характера сельскохозяйственных угодий и местного климата. Такого рода разработанные мероприятия по борьбе с водной и ветровой эрозией необходимо включать как органическую составную часть в систему земледелия и неуклонно и полностью выполнять.

ГЛАВА XXVI

ПОЛЕВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ И СОСТАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ КАРТ

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ СССР

Рациональное и эффективное использование почв в каждом колхозе и совхозе возможно только при достаточном знании практически важных свойств и особенностей почв данного хозяйства.

Полевое исследование почв имеет целью изучить возможно более подробно и глубоко почвенный покров на территории того или иного колхоза или совхоза с учетом всех тех природных и агротехнических условий или факторов, под непосредственным и взаимосвязанным влиянием которых шло развитие и формирование данных почв.

После проведения исследований составляют почвенную карту, картограммы и объяснительную записку, раскрывающую содержание материалов почвенных исследований. Результатом этих исследований должны явиться научно обоснованные рекомендации по дальнейшему рациональному использованию данных почв в сельском хозяйстве.

Высокая культура социалистического земледелия в нашей стране настоятельно требует, чтобы каждый колхоз и совхоз имел почвенную карту своей территории.

Почвенная карта поможет каждому колхозу и совхозу правильно построить систему агромероприятий, лучше и эффективнее использовать земельные угодья, повысить производительность труда в сельскохозяйственном производстве.

ПОДГОТОВКА К ПОЧВЕННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

Перед полевыми почвенными исследованиями необходимо провести некоторую подготовительную работу. До выхода в поле следует ознакомиться с литературой или рукописными материалами, касающимися почв, геологического строения, рельефа, характера растительности, а также истории и культурного со-

стояния полей, подлежащих исследованию. Чем обстоятельнее собраны и изучены такого рода материалы, тем плодотворнее и скорее будет протекать работа в поле. Поэтому любой очерк, небольшая статья или рукописная почвенная карта предыдущих исследований должны быть полностью учтены и тщательно изучены.

Весьма важно также собрать предварительно и те сведения, которыми располагают колхозники или работники совхоза о своих землях, а главным образом о механическом составе почв, о наличии или отсутствии вымочек, о заплывании почв и образовании корки, о смывании пахотного слоя на отдельных участках, об истории полей, о применении извести, гипса, органических и минеральных удобрений, их эффективности и т. д.

Наряду с этим необходимо подобрать или скопировать топографическую основу (карту или план) в том масштабе, в каком придется составлять почвенную карту, или в более крупном масштабе для конкретной территории колхоза или совхоза.

Масштаб почвенных исследований и почвенных карт устанавливается в зависимости от сложности почвенного покрова и направления хозяйства. Так, например, в районах нечерноземной полосы почвенные исследования проводятся в масштабе 1:10 000, в районах лесостепи в масштабе 1:10 000 и 1:25 000, в степной зоне в масштабе 1:25 000.

В лесостепных и степных районах, отличающихся значительной пестротой почвенного покрова, а также в районах сильно эродированных почв почвенные исследования проводятся в масштабе не мельче 1:10 000. В горных земледельческих районах в зависимости от местных условий почвенные исследования проводятся в масштабе 1:10 000 и 1:5 000. Лесные и пастбищные угодья в горах исследуются в масштабе 1:25 000 — 1:50 000, местами — рекогносцировочно.

Картографической основой при проведении почвенных исследований служат топографические карты с горизонталями и землеустроительные планы в сочетании с аэроснимками. Большое значение имеет качество топографической основы: чем она подробнее, тем лучше может быть составлена почвенная карта.

Поэтому весьма желательно, чтобы на топографической основе были как можно полнее отражены рельеф местности, представленный горизонталями, расположение дорог, рек, оврагов, лесов, кустарников, пашни, луговых угодий, канав, полей севооборота, селений, отдельных строений и других объектов, могущих служить ориентировкой при работе в поле.

Наиболее полноценной основой для почвенных исследований являются топографические карты, составленные по материалам аэрофотосъемки, на которых весьма полно и во всех деталях отображена исследуемая местность. Использование материалов аэрофотосъемки позволяет составить более качественные де-

тальные почвенные карты, сократить объем полевых работ и значительно снизить затраты на картирование почвенного покрова.

Кроме подробной топографической основы, для проведения полевого исследования почв необходимо иметь следующее: 1) хорошо отточенную стальную лопатку для производства почвенных разрезов; 2) большой нож или широкую стамеску для взятия почвенных образцов и выемки почвенных монолитов; 3) почвенный бур длиной 170—180 см; 4) складной или ленточный метр для измерения мощности отдельных почвенных горизонтов; 5) оберточную бумагу для заворачивания почвенных образцов; 6) шпагат или толстые нитки для завязывания образцов; 7) простые и цветные карандаши, резинку и общие тетради для описания и зарисовки почвенных разрезов и записей полевых наблюдений; 8) блокноты на этикетки для образцов почв; 9) полевую брезентовую или кожаную сумку с отделениями для мелких предметов снаряжения; 10) компас; 11) мешок для складывания почвенных образцов; 12) ящики размером $100 \times 20 \times 8$ см для почвенных монолитов; 13) универсальный индикатор для определения pH; 14) 5—10-процентный раствор соляной кислоты в капельнице для определения наличия карбонатов в почве; 15) растворы красной кровяной соли $[K_3Fe(CN)_6]$, хлористого бария, азотнокислого серебра и фенолфталеина в 96-градусном спирте, несколько пробирок и бумажных фильтров для простейших химических испытаний почв в поле; 16) дистиллированную воду.

Очень существенным также является проведение перед началом работы в поле рекогносцировочного, или предварительного, исследования всей территории колхоза или совхоза с целью получения общего представления о почвах данной территории в зависимости от рельефа, геологического строения, характера почвообразующих пород, растительности и других факторов, непосредственно влияющих на развитие почвообразовательного процесса. После этого уже производится детальное изучение почв данной территории и составляется почвенная карта.

МЕТОДИКА ПОЛЕВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ

Виды и назначение почвенных разрезов. Методика непосредственного изучения почв в поле основана почти целиком на выяснении морфологических признаков почв.

Исследование почв производится главным образом по почвенным разрезам, представляющим собой специально выкопанную яму той или иной глубины. По назначению разрезы бывают основными, полуямами, или контрольными, и прикопками.

Основные разрезы делают в местах, наиболее типичных для изучаемой территории как в отношении рельефа, так и

растительности. При исследовании пахотных участков руководствуются в первую очередь рельефом местности, а при исследовании целинных земель, кроме того, принимают во внимание и характер растительности.

Разрезы обычно делают на полную глубину (1,5—2 м и глубже) с тем, чтобы можно было обнаружить и изучить также и почвообразующую породу. В тех случаях, когда близко к поверхности залегают грунтовые воды, основные разрезы могут быть глубиной до 1 м и даже меньше. Из этих разрезов берут почвенные образцы со всех генетических горизонтов, а также из материнской породы.

Выбор места для закладки основных разрезов должен производиться особенно тщательно.

Полуямы, или контрольные разрезы, выкапывают на меньшую глубину, чем основные. С их помощью проверяют одинакова ли почва в местах расположения контрольных и основных разрезов.

Контрольных разрезов делают значительно больше, чем основных. Из них иногда также берут образцы. Почву в контрольных разрезах описывают более кратко, чем в основных.

Прикопки служат для установления границ между почвенными разновидностями и для выделения контуров этих разновидностей. Прикопки делают на глубину от 30 до 50—70 см. Почву в прикопках не описывают, записывают лишь ее название.

Расположение и проведение почвенных разрезов. Работу по исследованию почв в полевых условиях начинают с выбора места для почвенной ямы. Это очень важно, так как от правильности выбора места зависит и правильность заключения о почве целого участка. Прежде чем выбрать место для разреза, необходимо сделать одну или несколько прикопок.

Почвенные разрезы не следует располагать вблизи дорог, рядом с обочинами канав, в нетипичных для данной площади микропонижениях и т. д.

При выборе места руководствуются главным образом рельефом участка, затем растительностью и характером угодья (пашня, сенокос, лес, болото и т. д.). Наблюдениями и опытом установлено, что свойства и качество почвы очень тесно связаны с рельефом.

Поэтому почвенные разрезы, как правило, должны равномерно располагаться на всех элементах рельефа: на водоразделах, в начале, в середине и в конце какого-либо склона, на равнине, в долине реки и т. д. При этом изучением будут охвачены самые различные почвенные типы, виды и разновидности на исследуемой территории.

Вполне понятно, что от рельефа в значительной степени зависит и густота расположения основных почвенных и контрольных разрезов, а также прикопок. Чем сложнее рельеф, чем

сильнее пересечена местность, тем пестрее и сложнее почвенный покров и, следовательно, тем больше разрезов нужно проводить на единицу площади. Напротив, в условиях равнинного рельефа, где почвенный покров отличается однообразием, расстояние между отдельными разрезами может быть значительно больше, а общее число разрезов на единицу площади гораздо меньше.

Так, на небольшом исследуемом участке, представляющем собой гладкую равнину, достаточно заложить один разрез, который и будет характеризовать почву этого участка. Если же равнинный участок велик (обширное водораздельное плато или речная терраса), то на нем необходимо сделать несколько основных разрезов и прикопок. То же самое потребуются и для характеристики почв на длинных склонах водоразделов, хотя бы и одинаковой крутизны, особенно в тех случаях, когда эти склоны рассечены промоинами, оврагами и балками.

С точки зрения трудности или сложности проведения почвенных исследований условно территории делятся на пять категорий (Н. П. Карпинский, Н. К. Балябо, В. А. Францесон, А. И. Ляхов).

I категория. Степные районы с равнинным или полого-волнистым слабо расчлененным рельефом и однообразным почвенным покровом. Почвенные комплексы занимают не более 10% от площади исследования.

II категория: 1) степные районы с расчлененным рельефом и однообразным почвенным покровом; на ясно обособленных элементах рельефа почвенные комплексы занимают не более 10%; 2) территории I категории с почвенными комплексами, занимающими 10—20%.

III категория: 1) степные, пустынно-степные и лесостепные районы с сильно расчлененным рельефом, с разнообразными породами и неоднородным почвенным покровом; 2) территории I категории с почвенными комплексами, занимающими 20—40%; 3) территории II категории с почвенными комплексами, занимающими 10—20%; 4) лесные районы, значительно освоенные под земледелие, с ясно выраженным расчлененным рельефом и наличием не более 20% заболоченных площадей.

IV категория: 1) лесные районы, мало освоенные под земледелие, с наличием 20—45% заболоченных площадей; 2) лесные районы с большой комплексностью почв; 3) степные и пустынно-степные районы с почвенными комплексами, занимающими 40—60%; 4) поймы, плавни, дельты рек с несложным покровом, с наличием менее 20% залесенных и закустаренных площадей; 5) горные и предгорные слабозалесенные районы.

V категория: 1) лесные районы с наличием более 40% площадей, занятых болотами, или с очень большой комплексностью почв; 2) горные и предгорные залесенные районы; 3) поймы, плавни, дельты рек со сложным, неоднородным поч-

венным покровом (засоление, заболоченность и др.) или с наличием более 20% залесенных площадей; 4) тундровые районы.

Густота расположения почвенных разрезов зависит также от масштаба топографической основы, на которой составляется почвенная карта. Чем крупнее масштаб, тем детальнее почвенная карта и тем больше, следовательно, должно быть сделано почвенных разрезов на определенной площади и, наоборот, чем мельче масштаб, тем меньше разрезов приходится делать на исследуемой территории.

Количество почвенных разрезов, закладываемых на исследуемой территории, определяется масштабом почвенной съемки и категорией местности по трудности производства почвенных исследований.

Для установления густоты расположения почвенных разрезов в зависимости от категории местности и масштаба съемки можно ориентировочно пользоваться данными, приведенными в табл. 80.

Таблица 80

Густота расположения почвенных разрезов
(по Н. П. Карпинскому, Н. К. Балябо, В. А. Францессону, А. И. Ляхову)

Масштаб почвенной съемки	Число гектаров, на которых закладывается основной разрез, в зависимости от категории местности				
	I	II	III	IV	V
1: 2 000	1,6	1,5	1	1	0,5
1: 5 000	5	4	3	2	1,5
1: 10 000	10	10	8	6	5
1: 25 000	40	30	25	20	15
1: 50 000	75	60	50	40	25

Каждый почвенный разрез (основной, контрольный и при-копка) привязывают глазомерно на местности, обозначают условным знаком на почвенной карте, нумеруют порядковым номером и фиксируют в полевом журнале.

После выбора места для почвенного разреза на поверхности почвы лопатой намечают прямоугольник. Ямы должны быть такими, чтобы можно было свободно опускаться в них и работать. Обычные размеры основных разрезов следующие: длина 150—200 см, ширина 80 см, глубина 150—200 см. Одну из стенок ямы, обращенную к солнцу (чтобы лучше видеть окраску почвы), делают отвесной, а противоположную — ступеньками через 30—50 см, чтобы было удобно спускаться и подниматься.

При выкапывании почвенную массу рекомендуется выбрасывать на длинные стороны ямы, причем дерновый или пахотный слой — на одну сторону, а всю нижележащую землю — на дру-

гую. Когда же яма готова, лицевую ее стенку освежают лопатой, устанавливают отдельные генетические горизонты почвы, измеряют их и описывают.

После описания почвенного разреза и взятия образцов яму необходимо засыпать. При засыпании разрезов следует сначала сбрасывать землю, выброшенную из глубины, а сверху вновь прикрыть верхним слоем, лежащим с противоположной стороны ямы. Делается это для того, чтобы не вносить пестроты и не портить поля, так как нижние слои почвы обычно малоплодородны и требуют для своего окультуривания длительного срока.

Описание почвенных разрезов. *Морфологические признаки почвенного профиля.* При описании почв во время полевого ис-

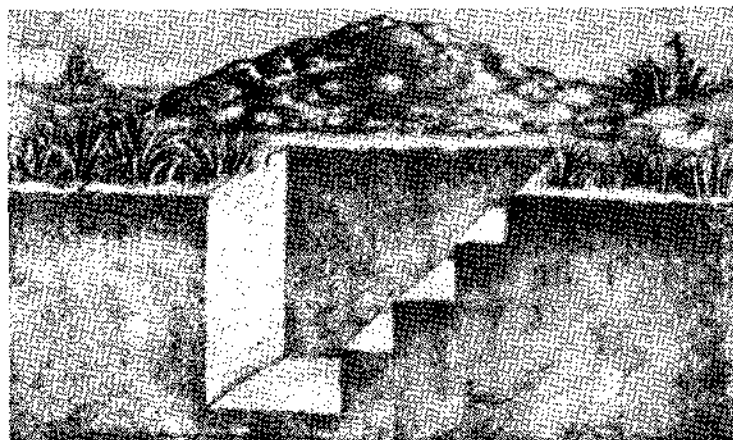


Рис. 25. Вид почвенного разреза.

следования руководствуются следующими важнейшими морфологическими признаками почвенного профиля.

Строение почвы (т. е. расчленение почвенной толщи на генетические горизонты).

Мощность почвенных горизонтов и глубина их залегания. Толщина почвенных горизонтов измеряется в сантиметрах по отвесу, сверху донизу, например: пахотный 0—23 см, подзолистый 23—27, иллювиальный 27—100 см и т. д.

Окраска почвенных горизонтов. Окраска почвы представляет собой один из важнейших внешних признаков, которыми обычно руководствуются при суждении о внутренних свойствах почвы, а также при расчленении почвенной толщи на ряд генетических горизонтов. При описании почвы надо давать возможно простое определение основного цвета, например: черный, темно-серый, серый, светло-серый, белесый и т. д. Сле-

дует иметь в виду, что влажная почва имеет несколько более темную окраску, чем сухая. Поэтому при суждении об окраске почвы необходимо принимать во внимание и степень ее влажности, и окончательный вывод о цвете почвы надо давать при воздушно-сухом состоянии взятых в поле почвенных образцов.

Содержание в почве перегноя (определяют по интенсивности окраски верхнего горизонта).

Сложение почвы и отдельных ее горизонтов (т. е. внешнее выражение порозности и плотности почв).

Включения и новообразования. Из включений в почвах чаще всего встречаются гранитные и известковые валуны, из новообразований — соединения углекислой извести, железа, марганца, гипса, а также скопление легко растворимых солей.

Почвенная структура по отдельным горизонтам. Определение почвенной структуры в поле производится обычно на глаз при выбрасывании земли из ямы. При описании следует указывать степень выраженности почвенной структуры, например: отчетливо ореховатая, отчетливо зернистая, неясно выраженная, намечающаяся пластинчатая структура, хорошо выраженная столбчатая и т. д.

Механический состав почвы. Распознавание механического состава почвы в поле делается обычно на глаз и на ощупь. Так, сухая глина раздавливается пальцем и въедается в поры кожи пальцев, а влажная — легко разминается и принимает любую форму. При раскатывании комка между ладонями рук глина дает тонкие шнуры. При разминании ее пальцами песок не ощущается. Тяжелый суглинок раскатывается в шнур, который при сгибании в кольцо образует трещины. Средний и легкий суглинки во влажном состоянии раскатываются в шнур; при растирании между ладонями песок ясно ощущается. Супесь в сыром состоянии либо вовсе не раскатывается в шнур, либо этот шнур разрывается уже при раскатывании; песчаных частичек здесь много и они ощутимо царапают кожу пальцев. Песчаные почвы отличаются большой рыхлостью и не способны раскатываться в шнур.

Влажность почвы. При описании почвы необходимо учитывать степень влажности и характер увлажнения почвы. Если яма доходит до почвенно-грунтовых вод, отмечают уровень последних.

Глубина и характер распространения корневой системы растений.

Характер почвообразующей, или материнской, породы.

Таковы те главнейшие признаки, которые должны найти отражение при описании почв в поле.

Следует отметить, что на заболоченных участках, где из-за близкого залегания почвенно-грунтовых вод выкапывание ямы лопатой крайне затруднено, часто приходится пользоваться почвенным или торфяным буром.

При описании почв болотного типа особое внимание следует обращать на следующие признаки: мощность живого растительного покрова и его ботанический состав, характеризующий принадлежность данного болотного массива к тому или иному подтипу болот; общую мощность всего торфяного слоя; степень разложения или минерализации торфяной массы (слабо разложившийся, полуразложившийся и сильно разложившийся торф); механический состав грунта и степень его раскисления, или оглеения; глубину залегания почвенно-грунтовых вод; характер увлажнения (грунтовое, атмосферное, смешанное).

Факторы почвообразования. Описание почв необходимо сопровождать заметками относительно характера растительности и культурного состояния угодий (пашня, выгон, залежь, сенокос, лес, болото и др.). При этом весьма важно отметить степень и характер освоенности, или окультуренности, описываемого угодья (например, новоосвоенная пашня, старопахотная, известкованная, гипсованная, осушенная, орошаемая, плантажированная и т. д.).

Если разрез сделан на пашне, следует отметить состояние посевов и оценить их качество. Очень часто по внешнему виду растений можно безошибочно судить о качестве почвы и ее плодородии.

Лучшим выражением качества разнородных почв являются растения, растущие на этих почвах. На площадях культурных эту роль лучше всего исполняют культурные растения, особенно, когда изучающий почву уже знаком с местностью. На площадях, не покрытых культурными растениями, показателем качества почвы является дикорастущая флора.

Особенно большое значение имеет изучение растительности на лугах и пастбищах. При этом на различие качеств почв указывает не только различие в ботаническом составе флоры, но и степень развития растений.

Очень важно внимательно исследовать почвообразующие породы и геологическое строение местности, гидрологические условия и рельеф.

Обстоятельное изучение естественноисторических условий почвообразования дает возможность полнее и глубже познать генезис и своеобразие исследуемых почв и правильно установить те агротехнические мероприятия, с помощью которых возможно дальнейшее улучшение этих почв при их использовании в сельском хозяйстве. Без тщательного изучения факторов почвообразования немыслимо исследование почв в природе.

Химические свойства почвы. При полевом исследовании почв возможно выполнение лишь некоторых и притом самых несложных химических проб; подробное и всестороннее изучение химического состава почв является задачей последующей лабораторной обработки собранного в поле материала.

В поле обычно определяют наличие карбонатов в почве (реакцию почвенного раствора pH), содержание сернокислых, хлористых солей и закисных соединений железа.

Наличие карбонатов (CaCO_3 , MgCO_3) определяют с помощью 5—10-процентной соляной кислоты. Для этого капельницей наносят на стенку почвенного разреза раствор соляной кислоты и определяют глубину, с которой начинается вскипание, а также интенсивность вскипания. В почвах, богатых карбонатами, вскипание обнаруживается резко; при малом содержании карбонатов в почве вскипание проявляется слабо, а при отсутствии карбонатов — вовсе не проявляется.

Таким образом, по характеру вскипания можно судить не только о наличии карбонатов в почве, но, в известной степени, и о количестве их.

Определять pH удобнее всего с помощью универсального индикатора, который позволяет получать данные в интервале от 4 до 8 с точностью до 0,25—0,5.

Для определения наличия в почве хлористых и сернокислых солей готовят с помощью дистиллированной воды небольшое количество вытяжки, к отдельным пробам которой в пробирках прибавляют BaCl_2 и AgNO_3 . Появление белого осадка или мути в пробирке с BaCl_2 укажет на присутствие сернокислых солей, а в пробирке с AgNO_3 — хлористых солей в почве.

Содержание нормальной соды (Na_2CO_3) в почве обнаруживается при появлении вишнево-красной окраски после прибавления к водной вытяжке нескольких капель спиртового раствора фенолфталеина.

Присутствие в почве закиси железа определяют по посинению почвы от капли свежего раствора красной кровяной соли $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Все результаты исследований химических свойств почвы, так же как и результаты морфологического изучения, подробно записывают в полевой журнал.

В результате внимательного изучения почвы в поле устанавливают тип и разновидность исследуемой почвы, составляют ее агропроизводственную характеристику и намечают мероприятия, необходимые для поднятия плодородия данной почвы при использовании в сельскохозяйственном производстве.

Взятие почвенных образцов и монолитов. После описания основного разреза приступают к взятию почвенных образцов для лабораторных исследований.

Образцы берут из каждого генетического горизонта. Ножом или стамеской вырезают прямоугольный кусок с длиной ребра примерно 8 см из типичной части горизонта. Если мощность почвенного слоя большая, то берут 2 образца: из верхней и нижней части горизонта отдельно. Вес образцов зависит от целей последующей лабораторной обработки (чаще всего 0,5—1 кг).

Каждый образец снабжают соответствующей этикеткой, завертывают в оберточную бумагу и завязывают шпагатом. На этикетке записывают номер разреза, генетический горизонт, глубину, с которой взята проба, а также дату взятия пробы; под

всеми этими данными стоит подпись исследователя. Без этикетки взятый образец не имеет никакого значения. Количество проб в разрезе зависит от числа почвенных слоев (в основном разрезе их обычно 4—5).

Для агрономической характеристики почв у каждого разреза берут еще смешанные образцы из пахотного слоя. Смешанный образец обычно составляется из 5 почвенных проб (каждая весом 0,5—1 кг), взятых с небольшой площади (100—400 кв. м) вокруг разреза и в самом основном разрезе. Эти образцы перемешивают на

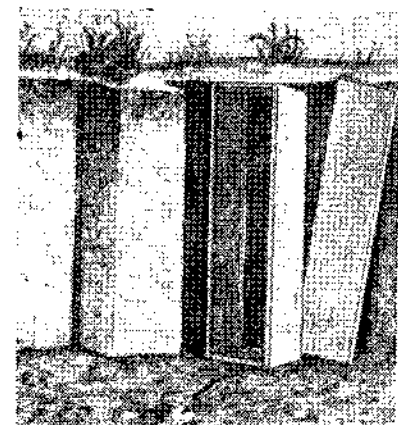


Рис. 26. Монолит.

листе бумаги и из смеси берут среднюю пробу весом около 0,5 кг. Один смешанный образец должен характеризовать определенную площадь размером до 10 га.

Смешанными образцами пользуются главным образом при исследовании почв в дерново-подзолистой и северной части лесостепной зоны для массовых лабораторных анализов, необходимых при составлении картограмм кислотности почв и обеспеченности почв фосфором и калием.

Помимо почвенных индивидуальных и смешанных образцов, при полевом исследовании иногда берут еще почвенные монолиты с ненарушенной структурой, сложением и строением. Хорошо взятый почвенный монолит дает возможность дополнить и проверить все сделанные в поле морфологические наблюдения и записи относительно цвета почвы, ее структуры, строения, выделения горизонтов и т. д.

Монолиты, взятые с типичных мест исследованной площади, позволяют наглядно сопоставить все отличительные признаки выделенных почвенных разновидностей. Наконец, почвенные

монолиты могут служить ценным музейным и наглядным учебным материалом для сельскохозяйственных вузов, техникумов и опытных станций.

Монолиты помещают в специальные деревянные ящики определенных размеров. Для взятия монолита из основного разреза яму несколько расширяют и углубляют. При выемке почвенного монолита на вертикальной стенке ямы вырезают прямоугольную колонку по размерам ящика; на эту колонку затем надевают рамку ящика, к которой после обрезки выступающих частей почвы привинчивается крышка. После этого колонку подкапывают с боков и постепенно отваливают. С монолита счищают избыток почвы ножом вровень с краями рамки и привинчивают крышку. На крышке ящика пишут номер разреза, место, откуда взят монолит, и название почвы.

При исследовании болотных почв образцы торфа необходимо брать также из разных горизонтов, так как в большинстве случаев торфяная масса неоднородна в своей толще не только по степени разложения торфа, но и по химическим свойствам.

Образцы торфа берут обычно из верхнего, среднего и нижнего торфяных слоев. Наряду с образцами торфа необходимо брать и образцы из минерального слоя почвы, залегающего непосредственно под толщей торфа. Таким образом будет получено ясное представление о полном профиле исследуемой торфяной почвы, ее генезисе, основных ее свойствах и агрономической ценности.

Почвенные образцы на торфяных почвах лучше всего брать при помощи торфяного бура.

СОСТАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ

Результатом почвенных исследований должна явиться почвенная карта, дающая наглядное представление о характере почв и их распространении на исследованном участке. Работу в поле по составлению почвенной карты распределяют следующим образом.

Прежде всего на топографической основе намечают маршрутные или ходовые профильные линии, которые проходили бы через все основные элементы рельефа местности. В зависимости от особенностей изучаемой территории, а также от масштаба исследований, расстояние между маршрутными ходами могут колебаться от 100 до 1000 м.

Пересечение местности такого рода маршрутами или профильными ходами дает возможность охватить исследованием самые различные элементы рельефа. Как правило, такие ходы проводят в поперечном направлении к имеющимся речным долинам. Далее на этих ходах закладывают и изучают ряд почвенных разрезов и прикопок, которые должны характеризовать

типичные элементы рельефа, причем каждый разрез и прикопку обязательно отмечают на карте и нумеруют.

Основные разрезы принято обозначать на карте квадратами, контрольные — треугольниками, а прикопки — точками.

Когда выкопаны основные и контрольные разрезы на определенной части исследуемой территории и выяснена общая картина пространственного распределения почв, приступают к установлению границ между отдельными почвенными разновидностями.

При этом необходимо иметь в виду, что в природе переход одной почвенной разновидности в другую очень часто происходит плавно и постепенно, без резких границ. Поэтому установление таких границ в виде линий на карте является известной условностью, схематизацией действительности.

Тем не менее при учете рельефа местности, растительного покрова и почвообразующей породы, с которыми тесно связаны изменения в почвенном покрове, границы между почвенными разновидностями и типами почв могут быть установлены достаточно точно.

Нередко границы почв совпадают с границами угодий, которые обозначены на топографической основе (например, леса, луга, болота, пашни и т. д.), что значительно облегчает проведение границ между почвенными разновидностями на почвенной карте.

В тех же случаях, когда местность ровная и не имеет резких различий в рельефе и характере растительности, для установления границ между отдельными почвенными разновидностями приходится производить ряд дополнительных контрольных разрезов и прикопок в различных направлениях исследуемой территории, на основе которых вычерчивают предварительную почвенную карту.

Как правило, предварительную почвенную карту составляют в процессе полевого исследования почв, а не после окончания этой работы.

КАМЕРАЛЬНАЯ И ЛАБОРАТОРНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ПОЛЕВЫХ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Когда полевое исследование почв закончено, приступают к камеральной обработке собранного материала: просматривают полевые записи, уточняют почвенные контуры на карте, сличают между собой отдельные почвенные образцы. Все предназначенные для лабораторного исследования образцы поступают на лабораторную обработку. Многие важные агрономические свойства почвы могут быть определены путем простых анализов в районных агрохимических лабораториях, при опытных станциях и т. д.

С помощью полученных лабораторных анализов уточняют почвенную классификацию, выработанную в процессе полевого исследования, а в связи с этим окончательно исправляют и уточняют почвенную карту. Эти уточнения касаются чаще всего механического состава, степени оподзоленности почв, солонцеватости, засоленности и т. д.

Так, например, в процессе полевого исследования почву определили как легкосуглинистую или как сильноподзолистую, а анализ показал, что она относится к группе среднесуглинистых или является среднеподзолистой. Такого рода уточнения и должны быть отражены в почвенной классификации, составленной в поле. Только после этого вычерчивают почвенную карту.

Хорошо составленная и научно обоснованная, она должна быть в то же время настолько понятной, чтобы ею мог пользоваться любой колхозник. Поэтому почвенную карту снабжают соответствующими условными обозначениями, объясняющими ее содержание. В качестве условных обозначений обычно дают названия типа почвы и почвенных разновидностей с указанием механического состава и характера почвообразующих пород.

Почвенную карту раскрашивают цветными карандашами таким образом, чтобы каждая почвенная разновидность имела свою окраску.

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТОГРАММ

Так как все результаты полевых и лабораторных исследований нельзя отразить на почвенной карте без того, чтобы не сделать ее трудночитаемой, громоздкой и мало понятной, в дополнение к почвенной карте составляют еще картограммы. В большинстве случаев к почвенной карте прилагается 2—3 картограммы.

Составление картограмм целесообразно в отношении тех мероприятий, которые являются особенно существенными для данного хозяйства.

Для разных зон и областей составляют картограммы различного содержания. Конкретный набор картограмм устанавливается в каждой области применительно к определенным природным и хозяйственным условиям.

Применительно к *дерново-подзолистой* и *лесостепной* зонам составляют картограмму кислотности почв и нуждаемости их в известковании, картограмму обеспеченности почв усвояемым фосфором и картограмму обеспеченности почв усвояемым калием.

Каждую из названных картограмм составляют на основании соответствующих агрохимических показателей, при этом на картограмме сохраняется вся ситуация топографической основы или земельного плана данного хозяйства.

Картограммы составляют обычно на ограниченный срок, как правило, не более чем на одну ротацию севооборота, принятого в данном конкретном хозяйстве.

Картограмма кислотности почв и нуждаемости их в известковании представляет собой земельную карту колхоза или совхоза, на которой нанесены контуры почв с одинаковой степенью кислотности и нуждаемости в известковании.

По степени кислотности почвы подразделяются на 5 групп: I — сильнокислые почвы (сильно нуждаются в известковании); II — среднекислые (средне нуждаются в известковании); III — слабокислые (мало нуждаются в известковании); IV — близкие к нейтральной (очень мало нуждаются в известковании); V — нейтральные, или слабощелочные почвы (не нуждаются в известковании).

Для составления такого рода картограмм необходимо на топографическую основу в местах разрезов нанести номера групп почв по кислотности и дозы извести.

Площади, относящиеся к одинаковым группам, оконтуривают и закрашивают цветными карандашами: I группу — розовым, II — оранжевым, III — желтым, IV — зеленым, V — голубым. Наиболее точно группы почв определяют по комплексным показателям (рН в KCl, V, механический состав, вид почв), разработанным М. Ф. Корниловым и несколько видоизмененным и дополненным А. Г. Медведевым (табл. 81).

Дозы извести вычисляют по величине гидролитической кислотности с учетом механического состава почв, выращиваемых культур, и их чередования в севообороте, а также состава и качества известковых удобрений.

Картограмма обеспеченности почв усвояемым фосфором имеет существенное значение для агрономической оценки почв. На основе найденного в почве количества подвижной P_2O_5 (фосфорная кислота) делается заключение о нуждаемости почв в фосфорных удобрениях.

При составлении картограммы обеспеченности почв легкодоступной P_2O_5 и условной нуждаемости растений в фосфорных удобрениях с учетом механического состава почв можно пользоваться данными табл. 82.

Таким образом, по нуждаемости растений в фосфорных удобрениях на картограмме выделяются 5 категорий почвенных контуров. Для составления картограммы в пунктах почвенных разрезов на топографической основе наносят номера групп по обеспеченности почв подвижным фосфором и затем оконтуривают площади, относящиеся к одинаковым группам.

Само собой разумеется, что указанные выше градации в зависимости от конкретных почвенных условий и особенностей возделываемых культур могут несколько изменяться.

Таблица 81

**Определение степени кислотности и нуждаемости почв
в известковании**

pH в KCl	Супесчаные и песчаные почвы		Легкосуглинистые почвы		Тяжело- и среднесуглинистые почвы		pH в KCl	Торфяно-глеевые и торфяно-болотные почвы	
	V (процент)	группа	V (процент)	группа	V (процент)	группа		V (процент)	группа
4,5 и меньше	< 40	I	< 45	I	< 55	I	4,2	< 35	I
	40—60	II	45—70	II	55—75	II		35—60	II
	> 60	III	> 70	III	> 75	III		> 60	III
4,6—5	< 35	I	< 40	I	< 50	I	4,3—4,8	< 35	I
	35—55	II	40—65	II	50—70	II		35—55	II
	55—70	III	65—80	III	70—85	III		55—70	III
	70—85	IV	80—95	IV	85—95	IV		70—90	IV
	> 85	V	> 95	V	> 95	V		> 90	V
5,1—5,5	< 30	I	< 35	I	< 45	I	4,9—5,4	< 45	II
	30—50	II	35—60	II	45—65	II		45—70	III
	50—65	III	60—75	III	65—80	III		70—85	IV
	65—80	IV	75—90	IV	80—95	IV		> 85	V
	> 80	V	> 90	V	> 95	V		< 65	III
5,6—6	< 45	II	< 55	II	< 60	II	5,4	65—80	IV
	45—60	III	55—70	III	60—75	III		> 80	V
	60—75	IV	70—85	IV	75—90	IV			
	> 75	V	> 85	V	90	V			
Больше 6	< 55	III	< 65	III	< 70	III			
	55—70	IV	65—80	IV	70—85	IV			
	> 70	V	> 80	V	> 85	V			

Примечание. Жирные цифры обозначают основные (типичные) показатели.

Таблица 82

Обеспеченность почв усвояемым фосфором и условная нуждаемость растений в фосфорных удобрениях

(по А. Г. Медведеву, Н. П. Булгакову, Ю. И. Гавриленко)

Группа почв	Содержание P_2O_5 по Кирсанову (мг на 100 г почвы)				Обеспеченность почв фосфором	Условная нуждаемость растений в фосфорных удобрениях
	песчаной и супесчаной	суглинистой	глинистой	торфяно-болотной		
I	0—7	0—5	0—4	1—10	Очень слабая	Очень сильная
II	7—15	5—10	4—8	10—20	Слабая	Сильная
III	15—20	10—15	8—12	20—40	Средняя	Средняя
IV	20—35	15—25	12—20	40—60	Сильная	Слабая
V	> 35	> 25	> 20	> 60	Очень сильная	Очень слабая

Картограмма обеспеченности почв усвояемым калием составляется так же, как и предыдущая картограмма. В основу выделения почвенных контуров с различным содержанием усвояемого калия обычно берут следующие градации (табл. 83).

Таблица 83

Обеспеченность почв усвояемым калием и условная нуждаемость растений в калийных удобрениях
(по А. Г. Медведеву, Н. П. Булгакову, Ю. И. Гавриленко)

Группа почв	Содержание K_2O по Лейбс (мг на 100 г почвы)				Обеспеченность почв калием	Условная нуждаемость растений в калийных удобрениях
	песчаной и супесчаной	суглинистой	глинистой	торфяно-болотной		
I	0—6	0—5	0—4	0—10	Очень слабая	Очень сильная
II	6—10	5—7	4—6	10—15	Слабая	Сильная
III	10—15	7—10	6—8	15—25	Средняя	Средняя
IV	15—20	10—15	8—12	25—35	Сильная	Слабая
V	> 20	> 15	> 12	> 35	Очень сильная	Очень слабая

Поскольку различные культурные растения не одинаково относятся к потреблению калия, само собой разумеется, что вышеприведенные показатели, как общие и ориентировочные, должны в каждом конкретном случае соответствующим образом изменяться.

Картограммы подвижного фосфора и калия могут быть объединены в одну картограмму. При этом одинаковые группы почв по фосфору оконтуривают и раскрашивают: I группу — желтым, II — салатным, III — зеленым, IV — голубым и V — синим. Содержание калия на этой картограмме показывают разными штрихами.

Таблица 84

Обеспеченность почв усвояемым калием

Окраска контура на картограмме	Содержание подвижного калия по Бровкиной (мг K_2O на 100 г почвы)	Обеспеченность почв калием
Светло-желтая	0—14	Низкая
Светло-коричневая	14—20	Средняя
Коричневая	> 20	Высокая

Применительно к лесостепной и черноземной зонам составляют картограмму обеспеченности почв усвояемым калием. При этом, пользуясь данными табл. 84, на

картограмме выделяют три контура, отражающих обеспеченность почв подвижным калием.

Связь между содержанием подвижной P_2O_5 в различных почвах *орошаемой земли* и эффективностью фосфорных удобрений еще недостаточно точно и полно установлена и ее следует уточнить. Однако на основе уже накопленных данных картограмму содержания подвижной фосфорной кислоты в орошаемых карбонатных почвах целесообразно составлять, пользуясь табл. 85, которая в дальнейшем должна уточняться применительно к разным почвам.

Картограмма *солонцов и солонцеватых почв* составляется в хозяйствах с большим распространением этих почв в том случае, если они неоднородны и характеристика их производственно важных свойств не может быть достаточно полно отображена на почвенной карте. На почвенной карте указывают процент солонцов в солонцовых комплексах и подтипы солонцов. Более подробно показатели их свойств даются в картограмме, которая составляется только на площади распространения солонцов и солонцеватых почв.

Таблица 85

Обеспеченность почв усвояемым фосфором
(по Н. П. Карпинскому, Н. К. Балябо, В. А. Францессону, А. И. Лихову)

Окраска контура на картограмме	Содержание P_2O_5 по Мачигину (мг на 1 кг почвы)	Обеспеченность почв фосфором
Светло-голубая	< 15	Низкая
Голубая	15—30	Недостаточная
Ярко-голубая	30—45	Средняя
Синяя	45—60	Высокая
Темно-синяя	> 60	Очень высокая

При группировке солонцов по участию их в почвенном комплексе на картограмме указывают основную почвенную разновидность комплекса и процент солонцов в нем. При этом на картограмме выделяются площади с распространением солонцов: 1) не более 10%, 2) 10—25%, 3) 25—50%, 4) больше 50%.

Все контуры солонцовых почв и комплексов на картограмме закрашивают разной краской. Контуры почв, на которых солонцы занимают более половины территории, закрашивают в темно-фиолетовый цвет, 25—50% — в фиолетовый, а 10—25% — в светло-фиолетовый. Если в комплексе меньше 10% солонцов, то контуры закрашивают в цвет, принятый для преобладающей почвенной разновидности, и наносят знак соответствующего подтипа солонцов.

Картограмму засоленности почв составляют для участков *засоленных почв*, отводимых под орошение, а также для старопашотных участков орошаемых почв, подвергавшихся засолению.

Группы почв, различающихся по глубине залегания солевых горизонтов, на картограмме раскрашивают следующим образом: поверхностно засоленные — в розовый цвет, глубоко профильно-засоленные — в темно-красный, переходные от поверхностного к глубинному засолению — в красный, глубинно засоленные — в светло-красный, незасоленные — в цвет, принятый для выделения почвенного вида на почвенной карте.

Качественный состав засоления устанавливают по соотношению как различных анионов, так и катионов по данным лабораторных анализов.

Для каждого выделяемого контура в экспликации указывают фактическую глубину залегания грунтовых вод и их минерализацию.

Картограмму *эродированных земель* составляют в хозяйствах с расчлененным рельефом или с большим количеством эродированных почв. На ней выделяют группы почв, в различной степени подвергавшихся смыву и требующих для борьбы с эрозией проведения различных мероприятий.

На картограмме эродированных земель обозначают направление склона (стрелкой) и его крутизну в градусах (цифрой рядом со стрелкой). Указывают также степень смывистости почвы: слабо смытые почвы отмечают стрелкой с одиначным оперением, средне смытые — стрелкой с двойным оперением и сильно смытые почвы — стрелкой с тройным оперением. Особо отмечают участки с сильным размывом и промоинами, требующими проведения срочных мероприятий.

В тех случаях, когда картограмму эродированных земель не составляют, площади эродированных почв и их показатели дают на почвенной карте.

СОСТАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ОЧЕРКА, ИЛИ ОБЪЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ К ПОЧВЕННОЙ КАРТЕ

Необходимым дополнением к почвенной карте является почвенный очерк, или объяснительная записка.

Почвенный очерк должен содержать обстоятельную агропроизводственную характеристику почв исследованной территории, описание естественно-исторических условий, под влиянием которых шло развитие данных почв в природе, а также изложение важнейших агромероприятий по улучшению почв и рациональному использованию их в сельскохозяйственном производстве. Обычно почвенный очерк состоит из следующих частей.

Введение. Задачи почвенных исследований. Масштаб почвенной съемки, картографическая основа, обследованная площадь,

количество заложенных разрезов и сделанных лабораторных анализов, методы анализов. Перечень материалов, которые вручаются колхозу (почвенные карты, картограммы, почвенный очерк).

Общие сведения о хозяйстве. Местонахождение хозяйства (область, район, колхоз, совхоз). Общая площадь землепользования. Экспликация земельных угодий, специализация хозяйства, землеустройство, введенные севообороты и их освоение. Краткие сведения о применяемых удобрениях и коренных улучшениях, проведенных в хозяйстве. Урожай сельскохозяйственных культур за последние годы.

Природные условия хозяйства. 1. Краткая климатическая характеристика (по материалам ближайшей метеостанции или пункта). Данные о годовом количестве осадков и их распределении по месяцам; сведения о температуре, вегетационном периоде; примерная продолжительность снежного покрова и его толщина, вероятность наступления первых заморозков осенью и последних весной.

2. Рельеф исследованной территории. Эрозионные процессы, степень расчлененности различных элементов рельефа балками, оврагами, промоинами и т. д.

3. Условия увлажнения почв. Густота гидрографической сети; наличие рек, речек, прудов и других водоемов; уровень залегания и характеристика грунтовых вод, влияние их на почвообразование и на условия выращивания сельскохозяйственных культур; особенности поверхностного увлажнения, заболоченность, засоленность почв.

4. Растительность природных кормовых угодий. Продуктивность. Наиболее распространенные сорняки на полевых угодьях.

5. Почвообразующие породы, их характеристика и влияние на агропроизводственные свойства почв.

Почвы хозяйства. Закономерности распределения почв на территории хозяйства в связи с условиями почвообразования. Номенклатурный список и площади почв по угодьям и севооборотным массивам. Характеристика почв по условиям залегания, рельефу, почвообразующим породам, гидрологическим условиям, окультуриванию. Наиболее распространенные комплексы почв. При характеристике почв приводятся данные полевого и лабораторного исследования почв, а также результаты работы ближайших опытных учреждений и данные производственного опыта самого хозяйства и других хозяйств, сходных по почвенно-климатическим условиям.

Агропроизводственная группировка почв. Многие почвенные виды и разновидности, выявленные на исследованной территории хозяйства, могут быть объединены в агропроизводственные группы на основании общности их агрономических качеств.

Объединение разных видов почв в отдельные агропроизводственные группы производится с учетом близости их свойств по механическому составу, степени оподзоленности, степени засоленности, солонцеватости, по степени окультуренности и другим существенным признакам и свойствам. При агропроизводственной группировке почв очень важно учитывать также возможность выращивания на этих почвах ведущих сельскохозяйственных культур и проведения общих мероприятий по дальнейшему их окультуриванию.

Агропроизводственная группировка почв дает правильную ориентировку для наиболее выгодного использования почв в сельскохозяйственном производстве. Обычно все многообразие почв, выявленных на территории того или иного хозяйства, объединяются в 4—5 агропроизводственных групп.

Естественные кормовые угодья. Их площади, размещение по элементам рельефа, общий растительный покров и основные виды растений. Использование угодий и средняя урожайность сена или зеленого корма. Культурно-техническое состояние угодий: наличие кустарника, пней, кочек. Характер затопления весенними водами и продолжительность его. Характер и степень заболачивания.

Основные мероприятия по рациональному использованию почв. В этой части очерка излагаются важнейшие мероприятия, необходимые для более эффективного и производительного использования почв и отдельных земельных участков хозяйства.

Рекомендации по лучшему использованию почв излагаются применительно к отдельным агропроизводственным группам почв. Здесь же дается подробное описание картограмм и указывается, как их использовать при осуществлении в данном хозяйстве рассматриваемых агротехнических и мелиоративных мероприятий.

* *
*

Вопросы размещения культур в севообороте, рационального внесения органических и минеральных удобрений, известкования, гипсования, осушения, орошения, а также вопросы разработки мероприятий по борьбе с эрозией почв всегда должны решаться на основе материалов почвенных исследований — почвенных карт и картограмм.

В этом отношении почвенные карты и картограммы являются весьма ценными документами, ориентирующими тот или иной колхоз или совхоз на наиболее целесообразное и эффективное использование всех земельных угодий в сельскохозяйственном производстве.

К сказанному необходимо добавить, что как бы хорошо и тщательно ни была составлена почвенная карта земельной тер-

ритории того или иного колхоза или совхоза, она не должна рассматриваться как какая-то неизменная, раз навсегда данная основа инвентаризации земли.

Почвы как природное тело и средство труда под влиянием протекающих в них почвообразовательных процессов постоянно изменяются, эволюционируют, переходя из одной разновидности в другую, и особенно быстро изменяются под влиянием агротехнических воздействий. Поэтому, будучи раз составлена, почвенная карта должна систематически дополняться и уточняться как вследствие увеличения новых сведений о почвах данного хозяйства, так и вследствие изменения самих почв, вызванного агротехникой.

Необходимость в дальнейшей планомерной работе над почвенной картой вызывается также возрастанием новых требований, предъявляемых к почвенным картам, по мере роста уровня агротехники и общего подъема культуры социалистического земледелия. В связи с этим нельзя рассматривать составление карты и картограмм как какое-то единовременное мероприятие.

Составление почвенной карты и картограмм любого колхоза и совхоза представляет собой лишь начало систематической работы по глубокому и всестороннему познанию почв в целях рационального и эффективного их использования.

Наше социалистическое земледелие базируется на научных началах, и почвы, как основное средство сельскохозяйственного производства, должны всесторонне изучаться и быть под постоянным контролем и наблюдением.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Материнские, или почвообразующие породы

- Бетехтин А. Г. Минералогия. Госгеологиздат, 1950.
Гинзбург И. И. Стадийное выветривание минералов. Вопросы минералогии, геохимии и петрографии. Изд-во АН СССР, 1946.
Грим Р. Е. Минералогия глин. Изд-во иностранной литературы, 1956.
Качинский Н. А. Методы механического и микроагрегатного анализа почв. Изд-во АН СССР, 1958.
Панников В. Д. Основы геологии, 1961.
Ферсман А. Е. Геохимия, т. 1—4. Госхимиздат, 1934—1939.

Органическое вещество почв

- Александрова Л. Н. О природе перегноя. Записки ЛСХИ, в. 9, 1955.
Кононова М. М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. Почвенный институт АН СССР, 1951.
Кононова М. М. Гумус главнейших типов почв СССР, его природа и пути образования. «Почвоведение», № 3, 1956.
Тюрин И. В. Органическое вещество почв. Сельхозгиз, 1937.
Федоров М. В. Почвенная микробиология. М., 1954.

Поглотительная способность почв

- Гедройц К. К. Учение о поглотительной способности почв. Избранные соч., т. 1, изд-во АН СССР, 1955.
Григорьев О. Н. Современные методы исследования физико-химических свойств почв, в. 3, Изд-во АН СССР, 1948.
Ремезов Н. П. Емкость поглощения и состав поглощенных катионов в главнейших типах почв. «Почвоведение», № 5, 1938.
Чернов В. А. О природе почвенной кислотности, в. 1, Изд-во АН СССР, 1947.

Физические свойства почв

- Антипов-Каратаев И. Н. Современные методы изучения физико-химических свойств почв, в. 3, Изд-во АН СССР, 1948.
Долгов С. И. Исследование подвижности почвенной влаги и доступности ее для растений. Изд-во АН СССР, 1949.
Роде А. А. Почвенная влага. Изд-во АН СССР, 1952.

Почвы тундровой зоны

- Городков Б. Н. Растительность тундровой зоны СССР. 1935.
Ливеровский Ю. А. Почвы тундр Северного края. Тр. Полярной комиссии, в. 9, Изд-во АН СССР, 1939.

Почвы лесолуговой зоны

- Доктуровский В. С. Болота и торфяники, развитие и строение их. М., 1927.
Кисляков М. Д. Восстановление и повышение плодородия подзолистых почв. 1946.
Роде А. А. Подзолообразовательный процесс. Изд-во АН СССР, 1937.
Ярков С. П. Почвы лесолуговой зоны. 1961.

Почвы черноземной зоны

- Афанасьева Е. А. К вопросу о происхождении и эволюции черноземных почв. «Почвоведение», № 6, 1946.
Горшенин К. П. Почвы южной части Сибири. Изд-во АН СССР, 1955.
Докучаев В. В. Русский чернозем. Классики естествознания. 1936.
Докучаев В. В. Избранные труды. Изд-во АН СССР, 1949.
Костычев П. А. Почвы черноземной области. Классики естествознания. 1949.

Солонцы, солончаки, солоди

- Антипов-Каратаев И. Н. Мелиорация солонцов в СССР. В сб. «Вопросы мелиорации солонцов». Изд-во АН СССР, 1958.
Ковда В. А. Солонцы и солончаки. Изд-во АН СССР, 1937.
Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. Изд-во АН СССР, 1946.

Почвы зоны сухой степи

- Лобова Е. В. Почвы пустынной зоны СССР. Изд-во АН СССР, 1960.
Розанов А. Н. Сероземы Средней Азии. Изд-во АН СССР, 1951.

Почвы речных пойм

- Еленевский Р. А. Вопросы изучения и освоения пойм. 1936.
Шраг В. И. Пойменные почвы и их сельскохозяйственное использование. Изд-во АН СССР, 1954.

Эрозия почв и меры борьбы с ней

- Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней. Сб. под ред. Г. Д. Рихтера и А. Е. Дьяченко. Изд-во АН СССР, 1956.
Соболев С. С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. Изд-во АН СССР, 1948.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВ

Глава I. Материнские, или почвообразующие, породы	20
✓ Основные почвообразующие породы	20
Минералогический, механический и химический состав почвообразующих пород	24
Глава II. Общая схема почвообразовательного процесса	33
Биологический и геологический круговорот элементов питания в природе	33
Организмы и их роль в почвообразовании	36
Глава III. Происхождение, состав и свойства перегноя	52
Из истории развития учения о перегное	52
Источники перегноя в почве	54
Процессы превращения органических остатков в перегной	56
Состав и свойства почвенного перегноя	58
Значение перегноя и пути регулирования его количества и состава	67
Глава IV. Формирование почвенного профиля и его морфологические признаки	70
Глава V. Поглощительная способность почвы	77
Понятие о поглощительной способности почв	77
Состав и происхождение почвенных коллоидов	77
Виды поглощительной способности почвы	82
Глава VI. Структура почв	97
Понятие о почвенной структуре	97
✓ Виды почвенной структуры	97
Агрономически ценная структура, факторы ее образования и разрушения	99
Производственное значение агрономически ценной структуры	101
Пути создания и сохранения почвенной структуры	102
Глава VII. Физические свойства почвы	104
Общие физические свойства почвы	104
Физико-механические свойства почвы	107
✓ Водные свойства и водный режим почвы	109
Почвенный воздух и воздушный режим почв	119
Тепловые свойства и тепловой режим почв	123
Глава VIII. Почвенный раствор	128
Понятие о почвенном растворе	128
Состав и концентрация почвенного раствора	129
✓ Окислительно-восстановительные процессы в почве	131
Реакция почвенного раствора	132

Глава IX. Плодородие почвы	134
Понятие о плодородии	134
Виды плодородия	135
Создание культурных почв как необходимое условие для повышения урожайности	140
Глава X. Учение о генезисе и эволюции почв	142
Факторы почвообразования	142
Эволюция почв в процессе развития	148

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ГЕНЕЗИС, ХАРАКТЕРИСТИКА И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ СССР

Глава XI. Классификация почв	149
Состояние классификационной проблемы и основные принципы почвенных классификаций	149
Основные таксономические подразделения в систематике почв	153
Почвенные зоны, провинции, комплексы и их географическое размещение	154
Глава XII. Почвы тундровой зоны	157
Природные условия тундры	157
Почвообразовательный процесс в тундре	163
Сельскохозяйственное освоение тундры	168
Глава XIII. Почвы лесо-луговой зоны	171
Природные условия лесо-луговой зоны	171
Почвообразовательный процесс в лесо-луговой зоне	182
Химический и механический состав и физические свойства дерново-подзолистых почв	191
Основные типы, виды и разновидности почв лесо-луговой зоны	198
Важнейшие мероприятия по окультуриванию дерново-подзолистых, подзолистых, дерновых и подзолисто-болотных почв	209
Окультуренные дерново-подзолистые и подзолистые почвы, их классификация и характеристика	213
Глава XIV. Болотные почвы	217
Природные условия почвообразования	217
Основные черты болотного процесса почвообразования	220
Эволюция болотных почв в природе	222
Главнейшие типы и виды болотных почв	225
Строение профиля, физические и химические свойства болотных почв	228
Сельскохозяйственное использование болотных почв и торфа	232
Глава XV. Почвы лесостепной зоны	236
Природные условия почвообразования	236
Происхождение лесостепи	240
Почвы лесостепной зоны и их характеристика	244
Сельскохозяйственное использование серых лесных почв и пути их улучшения	253
Глава XVI. Почвы черноземной зоны	255
История изучения черноземов	255
Границы и площади черноземной зоны	257
Природные условия развития черноземных почв	258
Основные черты почвообразования	263
Морфологические, химические и физические свойства черноземных почв	267
Сравнительная характеристика различных подтипов черноземов	272
Важнейшие мероприятия по повышению производительности черноземов	285
Глава XVII. Солончаки, солонцы, солоды	288
Характер распространения засоленных и солонцовых почв	288

Солончаки	288
Солонцы	303
Солоди	318
Глава XVIII. Почвы зоны сухой степи	323
Природные условия почвообразования	323
Почвообразовательный процесс в подзоне каштановых почв	327
Строение профиля, химические и физические свойства каштановых почв	328
Бурые пустынно-степные почвы	340
Мероприятия по повышению плодородия каштановых и бурых почв	342
Глава XIX. Почвы сероземной зоны, или пустынных степей и пустынь	344
Природные условия почвообразования	344
Почвообразовательный процесс в сероземной зоне	350
Классификация сероземных почв	351
Важнейшие мероприятия по повышению плодородия сероземов и такыровых почв	363
Глава XX. Бурые лесные почвы	366
Глава XXI. Почвы зоны влажных субтропиков	374
Природные условия и основные черты почвообразования	374
Красноземы и желтоземы	376
Сельскохозяйственное использование красноземов и желтоземов и пути их улучшения	378
Глава XXII. Почвы речных пойм	380
Понятие о пойме и распространение пойменно-луговых почв	380
Особенности почвообразования в пойме	382
Почвы речных пойм	384
Сельскохозяйственное использование пойменных почв	389
Глава XXIII. Почвы горных областей	391
Понятие о вертикальной зональности, условиях почвообразования и ее структуре	391
Характеристика почв различных горных областей	393
Глава XXIV. Пески и песчаные почвы сухой степи и пустыни	410
Распространение и виды песков	410
Освоение и использование песков	413
Глава XXV. Эрозия почв и меры борьбы с ней	416
Виды эрозии	416
Меры борьбы с эрозией	420
Глава XXVI. Полевое исследование почв и составление почвенных карт	422
Задачи исследования почв в условиях СССР	422
Подготовка к почвенным исследованиям	422
Методика полевого исследования почв	424
Составление почвенной карты	433
Камеральная и лабораторная обработка материалов полевых почвенных исследований	434
Составление картограмм	435
Составление почвенного очерка, или объяснительной записки к почвенной карте	440
Список рекомендуемой литературы	444