

И. Ф. Таркуша

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ
С ОСНОВАМИ
ГЕОЛОГИИ**

СЕЛЬХОЗИЗДАТ

1963

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕХНИКУМОВ

И. Ф. ГАРКУША

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОЛОГИИ

*Допущено Управлением высшего и среднего
сельскохозяйственного образования Мини-
стерства сельского хозяйства СССР в каче-
стве учебника для сельскохозяйственных
техникумов по специальности «землеустрой-
ство»*

ИЗДАТЕЛЬСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ,
ЖУРНАЛОВ И ПЛАКАТОВ
Москва 1963 Ленинград

631.4
Г 20

Настоящий учебник составлен в соответствии с программой курса почвоведения с основами геологии для сельскохозяйственных техникумов по специальности «землеустройство». В нем освещены основы геологии и минералогии, дана общая схема почвообразовательного процесса и его периоды, характеристика физико-химических свойств почвы, описаны основные почвенные зоны СССР. Вопросы повышения плодородия почвы изложены в тесной связи с особенностями ее строения и происхождения.

Теоретический курс сопровождается руководством для проведения лабораторно-практических и полевых занятий.

Отзывы о книге направлять по адресу: Ленинград, Д-88, Невский пр., 28, Сельхозиздат.

Для приобретения книги обращаться в местные книжные магазины или по адресу: Ленинград, Д-88, Невский пр., 28, «Книга — почтой».

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 сельского хозяйства в нашей стране.

Партия и правительство постоянно проявляют заботу о подъеме экономики совхозов и колхозов, о непрерывном увеличении производства сельскохозяйственной продукции, повышении материального благосостояния народа.

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

Важнейшим условием повышения культуры земледелия и роста урожайности является правильное использование почв в сельском хозяйстве.

Почвы являются основным и незаменимым средством сельскохозяйственного производства, они снабжают растительность водой, элементами зольной и азотной пищи, от них зависит рост и развитие растений, а следовательно, высота и качество урожая.

Карл Маркс назвал почву великой лабораторией, арсеналом, доставляющим и средство труда, и предмет труда, и место для поселения. Величайшее народнохозяйственное значение почв, как основного и всеобщего средства труда, определяется их существенным качеством — плодородием, т. е. способностью почв производить урожай растений.

Вместе с тем, в отличие от всех других средств производства почвы при правильном использовании не изнашиваются, а, наоборот, прогрессивно улучшаются, становятся богаче, лучше, плодороднее. При неправильном же, хищническом использовании они неизбежно ухудшаются, разрушаются, в результате чего целые районы, а иногда и области превращаются в бесплодные пустыни.

Человеческое общество должно правильно, разумно использовать почвы, рассматривая их как общую и вечную собственность. Агротехнические мероприятия необходимо осуществлять

в полном соответствии с характером и особенностями почв, а также с учетом всех тех изменений, которые могут произойти в них в результате возделывания сельскохозяйственных культур.

Другими словами, для разработки и применения правильной, научно обоснованной системы агротехнических мероприятий, направленной на улучшение почвенных условий, способствующих повышению урожайности, нам необходимы знания о почвах, об их основных свойствах и особенностях, знания о том, как и из чего они образовались, какие процессы в них совершаются в естественных условиях и под влиянием агротехнических воздействий.

Изучением этих вопросов занимается почвоведение — наука о почве, ее плодородии и путях повышения его.

ВВЕДЕНИЕ

Учение о почвообразовании, о почве и ее плодородии создало русскими учеными — В. В. Докучаевым, П. А. Костычевым, Н. М. Сибирцевым и др.

Основоположником науки о почве является выдающийся ученый проф. В. В. Докучаев (1846—1903).

До В. В. Докучаева не было науки о почве в прямом и подлинном значении этого слова, а существовали лишь отдельные сведения о почвах, не приведенные в систему и не обобщенные. При этом почва рассматривалась односторонне, либо как верхний слой горных пород, либо как иллюстрированный порошок,ассивно передающий растениям необходимые им минеральные соли. Решительно преодолевая неправильные понятия и консерватизм в области естествознания и агрономии, В. В. Докучаев приступил к созданию новой науки о почве и блестяще справился с этой задачей.

С самого начала своей научной деятельности он принимал непосредственное и активнейшее участие во многих почвенных экспедициях. В разработке основ научного почвоведения особенно большую роль сыграли исследования черноземной области и затем исследования почв бывшей Нижегородской губ., ныне Горьковской области. В результате этих работ В. В. Докучаевым были впервые выработаны и сформулированы основные положения нового учения о почве, дано научное определение понятия «почва» и намечены главнейшие вехи дальнейшего развития почвоведения.

Особенностью этого учения является то, что В. В. Докучаев первый подошел к рассмотрению почвы как самостоятельного природного тела, которое возникает, развивается, непрерывно изменяется во времени и пространстве, имеет свою историю. В. В. Докучаев «открыл» почву как особое естественноисторическое тело, равнозначное понятиям: растение, минерал, животное и т. д., и этим самым заложил прочный фундамент новой науки о почве.

Почва, говорит В. В. Докучаев, как любой растительный и животный организм, вечно живет и изменяется, то развиваясь, то разрушаясь, то прогрессируя, то регressируя.

Установив правильный взгляд на почву как на особое природное тело, В. В. Докучаев дал и первое научное определение понятию «почва»: «Почвой следует называть «дневные», или наружные горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным влиянием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых».

Другими словами, почва представляет собой результат тех многообразных и беспрерывных изменений, какие испытывает

та или иная материнская порода под влиянием развивающихся в ней почвообразовательных процессов.

Совершенно очевидно, что на характер и направление почвообразования непосредственное влияние оказывают естественные факторы, под действием которых в природе развивается этот процесс.

К числу основных факторов 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 рас-

пределения 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 подножья до вершин высоких гор.

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

Генетическая классификация почв, разработанная В. В. Докучаевым, получила всеобщее признание. Русские народные



В. В. Докучаев (1846—1903).

названия почв: «чернозем», «подзол», «солончак», «солонец», преданные В. В. Докучаевым в науку, стали научными терминами и применяются почвоведами во всех странах мира.

В. В. Докучаев разработал методы исследования происхождения (генезиса) и плодородия почв и вместе с тем на примере собственных исследований показал, что методы изучения почв должны изменяться соответственно с целями исследования.

В. В. Докучаев разработал основу и методы картографирования почв и составил первую почвенную карту северного полушария, на которой убедительно и наглядно показал, что почвы действительно залегают в пространстве закономерно и образуют зоны, или пояса.

В результате глубокого и всестороннего изучения черноземной области, земледелие которой испытывало периодические засухи и недороды, В. В. Докучаев создал замечательный план реконструкции степи.

Этот план, направленный на борьбу с засухой и на захватование высоких и устойчивых урожаев, предусматривал такие мероприятия, как создание сети полезащитных лесных полос, снегозадержание, облесение неудобных земель, устройство сети мелких водоемов и прудов, регулирование рек, борьба с эрозией, которые начали широко осуществлять в практике земледелия лишь при советской власти, в условиях планового социалистического сельского хозяйства.

Большую роль в развитии науки о почве сыграли исследования современника В. В. Докучаева проф. П. А. Костычева (1845—1895). По взглядам на почву и почвообразование П. А. Костычев был представителем биологического направления, которому придавал в последние годы жизни большое значение и В. В. Докучаев.

В результате длительного изучения почв в природе и в 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 растительных корней. Поэтому главной задачей



П. А. Костычев (1845—1895).

почвоведения является изучение свойств почв по их отношению к растениям.

П. А. Костычев первым из ученых-почвоведов доказал, что плодородие почвы — очень сложное свойство, которое зависит не только от химических процессов, совершающихся в ней, но в равной мере зависит и от физических и биологических ее свойств.

Исходя из своих теоретических воззрений на почву и ее плодородие, П. А. Костычев всю научную деятельность посвятил изучению биологических факторов почвообразования и способов повышения плодородия почв.

Особенно большая работа проведена им в области изучения черноземов и органического вещества почвы. Результаты исследований П. А. Костычев опубликовал в классической работе «Почвы черноземной области России» в 1886 г.

П. А. Костычеву принадлежат весьма важные исследования по вопросам правильной обработки почв, применения органических и минеральных удобрений, спегозадержания, борьбы с засухой и эрозией, сыгравшие значительную роль в дальнейшем развитии научного почвоведения и агрономии.

Большой вклад в науку о почве сделали Н. М. Сибирцев, А. А. Измайльский, С. С. Неуструев, К. Д. Глинка, Г. Н. Высоцкий, К. К. Гедройц, Д. Н. Прянишников, Л. И. Прасолов, Б. Б. Полянов, И. В. Тюрин, А. Н. Соколовский, Н. А. Димо, И. П. Герасимов, С. П. Кравков, В. А. Ковда, И. Н. Антипов-Каратаев, А. А. Роде, К. П. Горшенин, Н. П. Ремезов, Д. Г. Виленский, Н. А. Качинский, В. Р. Вильямс и др.

В. Р. Вильямс развил биологическое учение о почве, согласно которому ведущая роль в процессе почвообразования принадлежит биологическим факторам природы, преимущественно растительности и микроорганизмам, и что сущность почвообразования заключается в постоянном взаимодействии элементов биосферы с литосферой, т. е. с почвообразующей породой.

Однако в учении В. Р. Вильямса имеются и серьезные ошибочные положения. Основным условием повышения плодородия почвы, по его мнению, является мелкокомковатая структура, которая создается посевом многолетних трав. Исходя из этой теории, В. Р. Вильямс предложил травопольную систему земледелия, которая должна была повышать плодородие почвы, но на деле оказалась несостоятельной как в теоретическом, так и в производственном отношении и была полностью опровергнута жизнью. Базируясь на порочных принципах, травопольная система земледелия нанесла серьезный вред сельскому хозяйству нашей страны. В настоящее время в колхозах и совхозах широко внедряются интенсивные системы земледелия.

Большой вклад в науку о почве сделал выдающийся ученый нашей страны акад. К. К. Гедройц. Его работы о коллоидах почвы и ее поглотительной способности оказали существенное влияние на развитие наших знаний о химических свойствах почв и важнейших условиях 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.

Большое влияние на развитие учения об удобрении почвы и питании растений оказали многочисленные агрохимические исследования крупнейшего ученого акад. Д. Н. Прянишникова. Его научные труды по вопросам удобрения почвы служат теоретическим обоснованием химизации земледелия.

Академик Д. Н. Прянишников очень резко выступал против травопольной системы земледелия, доказывая, что травополье может затормозить рост производства зерна и кормов для животноводства.

«Отвергая травополье, Прянишников противопоставлял свои, более эффективные способы повышения плодородия почвы. Он брал в основу увеличение производства навоза, минеральных удобрений, а также посев бобовых культур — азотособирателей. В этом он видел генеральный путь к подъему урожайности и увеличению производства зерна»*.

Работы Д. Н. Прянишникова способствуют широкому внедрению удобрений в сельскохозяйственную практику и созданию мощной туковой химической промышленности.

Существенную роль в развитии научного почвоведения сыграли работы акад. Л. И. Прасолова (1875—1954) по вопросам генезиса почв и их классификации, а также по составлению почвенной карты мира и почвенных карт Советского Союза.

* Речь товарища Н. С. Хрущева на солошении работников сельского хозяйства Сибири 26 ноября 1961 г. в городе Новосибирске. «Правда» 29 ноября 1961 г.



Д. Н. Прянишников (1865—1948).

Особого внимания заслуживают проведенные под руководством акад. Л. И. Прасолова географические исследования почв в Средней Азии, в Сибири, на Северном Кавказе и в других областях Советского Союза, результаты которых обобщены в ряде крупных монографий.

Следует отметить огромное влияние русских почвоведов на научную мысль Западной Европы, Америки и Азии. Это влияние ярко проявилось в принятии зарубежными учеными как основ русского почвоведения, так и русской терминологии в науке о почве.

* *
*

Все существующие почвы на земном шаре образовались в результате длительных и весьма сложных изменений разнообразных горных пород, являясь, таким образом, естественноисторическим телом, имеющим самую тесную, непосредственную связь с историей и эволюцией Земли.

Поэтому, чтобы лучше уяснить себе сущность почвообразовательного процесса, процесса возникновения и дальнейшего развития почв, нам необходимо предварительно ознакомиться с образованием земной коры и той сложной и длительной ее эволюцией со времени зарождения до наших дней, т. е. с основами геологии — науки о строении и истории Земли.

ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ

ГЛАВА ПЕРВАЯ ПРОИСХОЖДЕНИЕ И СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ ПОНЯТИЕ О ГЕОЛОГИИ

В окружающем нас мире нет абсолютного покоя. В природе нет ничего застывшего, все находится в вечном движении, все живет, испытывая бесконечные и глубокие превращения, все имеет историю возникновения и развития.

Энгельс пишет: «... мы снова вернулись к взгляду великих основателей греческой философии о том, что вся природа, начиная от мельчайших частиц ее до величайших тел, начиная от песчинки и кончая солнцем, начиная от протиста и кончая человеком, находится в вечном возникновении и уничтожении, в непрерывном течении, в неустанном движении и изменении»*.

В постоянном движении и изменении находится и наша Земля; прежде чем принять современный вид, она прошла неизмеримо долгий и сложный путь развития. От начала возникновения твердой коры на поверхности Земли до настоящего времени прошло, по данным научных исследований, не менее пяти с половиной миллиардов лет.

За этот огромный промежуток времени земной шар испытывал многообразные изменения, которые оставили неизгладимый след на всем его внешнем облике, и современное состояние Земли, которое изучает геология, есть в сущности не что иное, как следствие тех непрерывных, длительных и сложных процессов и изменений, которые переживала наша планета в отдаленном прошлом.

Наука, изучающая строение, состав и развитие Земли, называется геологией. Однако наиболее доступной непосредственному изучению является только земная кора, или литосфера (греч. *lithos* — камень и *sphaira* — шар). Поэтому более точно геологией следует называть науку, изучающую главным образом твердую земную кору.

* Ф. Энгельс, Диалектика природы, 1950, стр. 11.

В настоящее время в результате успешного развития геологической науки и накопления новых сведений о Земле из геологии выделились самостоятельные отрасли знаний: историческая геология, палеонтология, петрография, минералогия, геофизика, геохимия, биогеохимия и радиогеология.

Историческая геология изучает последовательность изменения Земли в связи с эволюцией ее органического мира и восстанавливает картины минувших геологических эпох. Она в свою очередь подразделяется на стратиграфию и тектонику.

Стратиграфия представляет собой учение о последовательности образования геологических наслойний, а тектоника — учение о движениях и строении земной коры, а также об условиях залегания горных пород, входящих в состав литосферы.

Палеонтология — наука, занимающаяся изучением ископаемых растений и животных, их строения, эволюции и географического размещения в разные периоды геологического прошлого Земли.

Минералогия исследует природные элементы и их соединения, называемые минералами, которые входят в состав литосферы.

Петрография — наука о горных породах, их залегании в земной коре, условиях образования, минералогическом составе и физических свойствах.

Геофизика исследует Землю с точки зрения физики и механики.

Геохимия изучает химические процессы в земной коре, закономерности распределения химических элементов, характер концентрации и передвижение, или миграцию, их в толще литосферы и в глубинных участках земного шара, а также в атмосфере, гидросфере и биосфере.

Биогеохимия изучает геологическую роль живых организмов.

Радиогеология представляет собой учение о значении радиоактивных явлений в геологии.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЗЕМЛИ

Земной шар входит в состав солнечной системы, состоящей из Солнца и планет разной величины, вращающихся вокруг него. Кроме Земли, в солнечную систему входят следующие планеты: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон.

В отношении происхождения Земли и солнечной системы существует несколько гипотез, по-разному решающих этот сложнейший вопрос естествознания.

Первую гипотезу научного объяснения происхождения Земли и всей солнечной системы создали одновременно в XVIII в. философ Кант и математик Лаплас.

Согласно этой гипотезе вся масса материи, входящей в состав Солнца и всех его спутников, когда-то представляла собой одну общую, сильно раскаленную, и, следовательно, разреженную газообразную массу, или туманность, простирающуюся далеко за орбиту современной наиболее удаленной от Солнца планеты Плутон. Эта первичная туманность вращалась вокруг своей оси.

Внутри туманности находилась более плотная масса материи, которая и служила центром притяжения к ней разреженных газов. Вследствие лученспускания туманность постепенно охлаждалась и сжималась. От сжатия и уменьшения объема она, согласно законам механики, должна была увеличивать угловую скорость вращения. Благодаря этому увеличивалась и центробежная сила, под действием которой шаровидная форма туманности сплющивалась с полюсов и постепенно превращалась в так называемый эллипсоид.

Дальнейшее ускорение движения привело к тому, что внешние частицы эллипса, лежащие на экваторе, потеряли связь со всей массой туманности и отделились в виде кольца. В дальнейшем в связи с ускорением вращения туманности отделилось следующее кольцо и т. д. Так, постепенно на протяжении огромного промежутка времени от шаровидной туманности отделилось несколько колец. Вследствие неоднородности колец в каждом из них образовался центр сгущения и малейшего нарушения равновесия было достаточно, чтобы такие кольца разорвались и собрались в отдельные шары. Так, постепенно из отдельных колец образовались современные тела солнечной системы; из более ранних колец сформировались более дальние планеты, а из позднейших — более близкие к центру. Из центральной же, наиболее плотной массы туманности образовалось Солнце.

Вновь образованные небесные тела благодаря силе вращения, в свою очередь, выделили кольца, из которых образовались их спутники, в том числе и Луна — спутник нашей Земли. Вследствие потери тепла в мировое пространство каждая из сформировавшихся планет продолжала охлаждаться и уплотняться, проходя постепенно фазы газообразного, жидкого и твердого состояния. Так, согласно теории Канта и Лапласа, из газообразной материи, или туманности, образовались планеты солнечной системы и, в частности, наша Земля.

Позднее, благодаря новым успехам, достигнутым в астрономии, накоплены другие факты, которые не вполне соглашаются с этой гипотезой. Так, например, выяснилось, что Солнце и планеты, имеющие спутников, вращаются вокруг своих осей медленнее, чем следовало бы по гипотезе Лапласа, а некоторые спутники обращаются вокруг планет быстрее, чем сами планеты вокруг своей оси; что многие спутники планет, в от-

личие от прочих тел солнечной системы, вращаются в обратную сторону и т. д.

Кроме того, как выяснилось в последнее время, Солнце в миллионы раз старше Земли, тогда как, по теории Канта и Лапласа, вся солнечная система образовалась почти одновременно. Тем не менее основная мысль этой гипотезы правильна: наша Земля и солнечная система возникли в результате единого закономерного процесса развития материи в мировом пространстве.

На смену гипотезе Канта — Лапласа появились более новые гипотезы.

Весьма плодотворные идеи о происхождении планет и солнечной системы выдвинул советский акад. В. Г. Фесенков. По его мнению, процесс развития звезд связывается с так называемыми ядерными реакциями, т. е. явлениями разложения, преобразования атомов одних химических элементов в атомы других.

Основной источник энергии, которая излучается в виде света и тепла звездами и солнцем, связан с превращением атомов водорода в атомы гелия. Акад. В. Г. Фесенков полагает, что в жизни каждой звезды можно различить длительные и короткие периоды.

В длительные периоды в результате определенного типа ядерных реакций происходит усиленное излучение энергии. В краткие, промежуточные периоды происходят ядерные реакции с меньшим выделением тепла, вследствие чего звезда охлаждается, сжимается и принимает быстрое вращательное движение вокруг своей оси, причем форма ее делается неустойчивой. В связи с этим в экваториальной части звезды отделяется часть ее массы, а сама звезда после этого приобретает более правильную и устойчивую шарообразную форму. Из отделившейся массы возникают планеты-спутники.

Согласно этой гипотезе аналогичным путем образовались и планеты солнечной системы. Шесть-семь миллиардов лет назад в результате сложных внутриядерных процессов превращения водорода в гелий в недрах Солнца произошло резкое изменение в его состоянии. Солнце стало быстрее вращаться вокруг оси. В силу этого оно потеряло в некоторой степени устойчивость, и от него отделилась сравнительно небольшая часть раскаленной массы, из которой и образовались Земля и другие планеты солнечной системы.

В 1944 г. советский ученый акад. О. Ю. Шмидт, основываясь на новейших данных строения Галактики, разработал новую гипотезу образования Земли.

Сущность этой гипотезы заключается в следующем. Солнце является одной из бесчисленных звезд системы Галактики, обращающихся вокруг ее центра. В центральной части Галактики

находятся обширные облака темной материи, состоящие из газов, пыли и более крупных метеорных тел. Делая оборот вокруг центра Галактики, Солнце дважды пересекает слой этой материи, и при одном таком пересечении оно своим притяжением захватило часть облака, метеорные тела которого с тех пор стали обращаться вокруг Солнца. Из этих тел путем соединения их друг с другом постепенно образовались Земля и другие планеты солнечной системы.

Были предложены и другие гипотезы происхождения планет солнечной системы, но ни одна из них пока не является общепризнанной.

Большинство гипотез сходится на том, что Земля и планеты рождены Солнцем, но те условия, при которых они отделились от Солнца, еще недостаточно выяснены. В настоящее время, писал акад. В. Г. Фесенков, с каждым годом выявляются все новые факты, требующие обобщения и объяснения с космогонической точки зрения. Уже вследствие этого не может быть и речи о создании в данный момент охватывающей все факты космогонической теории. Однако мы можем очертить современное состояние космогонической проблемы и указать примерный путь, по которому нужно двигаться в поисках объяснения происхождения Солнца и планет. Таким образом, если сейчас еще нельзя точно сказать, как могла произойти солнечная система, то, по крайней мере, можно сказать, как она не могла произойти, что является уже большим достижением. Но одно несомненно, что, несмотря на неполноту наших знаний, уже известные астрономической науке факты и явления убедительно опровергают идеалистические взгляды на происхождение Земли, не говоря уже о религиозных легендах.

Вопросы происхождения Земли и других планет, законы строения и жизни вселенной лишь постепенно познаются нами, и огромная роль гипотез заключается в том, что они дают толчок научной мысли, намечают направление ее развития, намечают те пути, по которым должна дальше развиваться наука в поисках истины.

* * *

*

В настоящее время солнечная система пополнилась новыми космическими телами — искусственными спутниками Земли, созданными советскими учеными, рабочими и техниками. Заброшен советский вымпел на Луну, сфотографирована обратная сторона Луны, успешно осуществлен запуск межпланетной автоматической станции в сторону Венеры. Советский космонавт Ю. А. Гагарин впервые в мире 12 апреля 1961 г. осуществил космический полет вокруг Земли на космическом корабле «Восток» и успешно возвратился на Землю.

Через три месяца второй советский космонавт Г. С. Титов на космическом корабле совершил семнадцать оборотов вокруг земного шара. Год спустя советские космонавты А. Г. Николаев и П. Р. Попович совершили многодневный групповой космический полет вокруг Земли, а 2 апреля 1963 г. в сторону Луны с орбиты искусственного спутника Земли стартовала автоматическая станция «Луна-4». Близится время полета человека на Луну, Марс и другие планеты. Началась новая эра в глубоком всестороннем изучении солнечной системы, открылись новые перспективы в познании космоса.

СТРОЕНИЕ ЗЕМНОГО ШАРА

Земля по форме — несколько сплюснутый у полюсов шар, или сфероид, длина окружности которого по экватору составляет около 40 000 км.

На основании исследований установлено, что земной шар состоит из ряда оболочек, или сфер, с определенной закономерностью расположенных друг над другом. В самом центре земного шара находится тяжелое твердое ядро, или барисфера, т. е. тяжелая сфера с радиусом около 3500 км. Оно, судя по его большому удельному весу, состоит в основном из никеля и железа.

Вокруг барисферы находится средняя полуметаллическая оболочка земного шара мощностью около 1700 км. Эта сфера залегает на глубине от 1200 до 2900 км и отличается меньшей плотностью по сравнению с барисферой. В ней в большом количестве содержится железо и другие тяжелые металлы, по своему составу напоминающие руду, в связи с чем ей дают еще название рудной оболочки. Над рудной оболочкой находится следующая оболочка земного шара глубиной до 1200 км, которая в свою очередь делится на две части. Внутренняя часть этой оболочки отличается большей тяжестью, чем наружная. В ней преобладают кремний (силиций) и магний.

Наружную часть верхней оболочки составляет земная кора, или литосфера. Она имеет мощность около 60—120 км и состоит из легких химических элементов, среди которых преобладающее место занимают кремний (силиций) и алюминий. По начальным буквам этих элементов наружные слои верхней оболочки называют «сиаль». Литосфера состоит из различных массивных пород, как, например, гранитов, гнейсов, базальтов, перидотитов и др.

Массивно кристаллическая земная кора подвергается длительному действию процессов выветривания и разрушения, поэтому самые верхние ее слои состоят из различных рыхлых пород: глини, суглинков, песков, лессов, а также продуктов их изменения — сланцев и т. д.

Во впадинах и понижениях литосферы находится вода, образующая водную оболочку Земли, или гидросферу. Вода покрывает $\frac{5}{8}$ поверхности земного шара и составляет около 6,9% веса всей земной коры. Гидросфера образовалась на той стадии остывания земного шара, когда поверхность его имела температуру уже ниже критической температуры воды. Литосфера и гидросфера окружены воздушной оболочкой, или атмосферой, в состав которой входит азота 78% (по объему), кислорода 21, углекислого газа 0,03% и в ничтожных долях процента ряд других газов. Отделение недр Земли от газообразных продуктов, составляющих земную атмосферу, произошло с момента образования твердой оболочки, или литосферы. Мощность атмосферного слоя достигает 1000 км. Являясь неотъемлемой частью земного шара, атмосфера вместе с ним вращается вокруг земной оси.

И, наконец, последней, весьма существенной составной частью Земли является биосфера.

Биосфера — это область развития жизни на земном шаре; она охватывает части литосферы, гидросферы и атмосферы. Верхняя граница биосферы, как показали новейшие исследования, находится на значительной высоте в атмосфере; жизнь проникает в воздушные слои до высоты 5 км, а легчайшие споры микроорганизмов могут подниматься еще выше. Проникнута жизнью и вся гидросфера. Многочисленные рыбы, медузы, разнообразные личинки морских животных, водоросли, кораллы, губки, морские лилии и мельчайшие микроорганизмы густо населяют водные бассейны морей и океанов.

На некоторую незначительную глубину проникает жизнь и в толщу литосферы. Наиболее густо населены всевозможными растительными и животными организмами, а также микрофлорой поверхностные слои земной коры.

По мере углубления в толщу земной коры количество организмов резко уменьшается. Нередко бактерии обнаруживают на глубине 13—17 м от поверхности почвы. При бурении нефтяных скважин бактерии обнаружены на глубине нескольких сотен метров. Глубина проникновения живого вещества в литосферу и является нижней границей биосферы.

ЗЕМНАЯ КОРА И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Действующие силы. Современное строение земной коры сложилось в результате длительных процессов, происходящих как внутри земного шара, так и на его поверхности на всем протяжении развития Земли. Литосфера постоянно испытывает непрерывные превращения под влиянием различных сил, изменяющих земную поверхность, — сил ~~подземных~~, или эндогенных, и сил внешних, или экзогенных.

Эндогенные, или внутренние, силы действуют из глубины земного шара. Под их воздействием изменяется строение, или тектоника, земной коры, происходят ее движения и колебания, поднятия и опускания.

Процессы, изменяющие строение земной коры, носят название тектонических.

Другой характер имеет действие на земную поверхность внешних, или экзогенных, сил. Они разрушают и изменяют поверхность земной коры, созданную действием внутренних сил. Современные очертания материков и океанов, весь современный рельеф земного шара сложился в результате длительной совместной работы внутренних и внешних сил.

Эпейрогенез. Земная кора, кажущаяся незыблемой и прочной, в действительности во многих местах подвержена так называемым вековым колебаниям, состоящим из очень медленных поднятий и опусканий.

В случае опускания участка земной коры и затопления его морем происходит трансгрессия моря, т. с. наступление моря на суши. В случае же обратного явления, когда имеет место поднятие суши, происходит регрессия, или отступление моря.

Наглядным доказательством поднятия и опускания суши являются древние террасы морских побережий. Они представляют собой уступы, образовавшиеся в берегах вследствие разрушающей деятельности морского прибоя. Очень часто эти террасы напоминают огромные ступени, расположенные в несколько ярусов на различной высоте над уровнем моря. Обычно на террасах морских побережий можно найти окатанную гальку, иногда раковины морских животных и другие остатки морской фауны, свидетельствующие о том, что уровень моря когда-то находился на иной высоте, чем ныне. Примеры береговых террас мы наблюдаем на побережье Кавказа, где найдено на разных участках 4—5 террас, образовавшихся в новейшее время геологической истории.

Вековые колебания земной коры, которыми сопровождалось развитие Земли в прошлом, непрерывно происходят и в настоящее время. Точными наблюдениями теперь установлено, например, медленное поднятие всей Фенно-Скандинавии; в отдельных пунктах этой территории в каждые 100 лет суши поднимается на 10—20 см над ур. м. и более. Медленно поднимаются побережья Белого, Баренцева и Балтийского морей.

Но в то время, как в одних местах кора поднимается, в других она опускается. Медленное опускание в настоящее время испытывают, например, берега Северного моря, пролива Ламаньи, берега Черного моря около Сухуми и Поти; медленно опускаются восточные берега Северной Америки и т. д.

Вековые движения земной коры происходят не только у берегов морей, но и внутри материков.

Такого рода медленные движения земной коры, сопровождающиеся опусканием или поднятием больших ее участков, называются материкообразующими, или эпейрогеническими (греч. ἑρείγος — материк и γένος — происхождение).

Эпейрогенические движения происходят, как уже отмечалось выше, чрезвычайно медленно. Обычно величина подъема или опускания берегов измеряется сантиметрами или дециметрами в столетия. Но тем не менее на протяжении огромных периодов времени эпейрогенические движения приводят к перемещению целых материков и океанов.

Такого рода вековое перемещение континентов и морей, как установлено теперь геологией, повторялось большое число раз на протяжении истории Земли, и современные материки, прежде чем принять известные нам очертания и формы, неоднократно опускались, заливались водой и надолго становились дном океанов и морей.

Орогенез. Медленные эпейрогенические колебания литосфера не нарушают строения земной коры, а потому они и не могут привести к образованию горных кряжей.

Другой характер имеют горообразующие, или орогенические (греч. ὄγος — гора), процессы, разрывающие и сминающие земную кору. Результатом орогенических процессов является образование гор и впадин на Земле.

Следует заметить, что во многих частях земного шара земные пласти лежат почти горизонтально. Но такое залегание пластов встречается не всюду. Изучая строение многих горных хребтов, легко обнаружить, что слои, или пласти, из которых они сложены, имеют вид складок, иной раз изломанных самым причудливым образом. Изгибы земных пластов нередко можно наблюдать в горных ущельях, в глубоких шахтах, туннелях и т. д. Такое возникновение гор, которое вызвано смещением слоев Земли, сопровождающимся чрезвычайно резким нарушением нормального (горизонтального) залегания земных пластов, называется орогенезом.

Как ни сложно и разнообразно расположение слоев Земли в горных областях, все же всегда можно установить, что в основе горной архитектуры лежат громадные складки, в которые смята земная кора.

Эти складки с несомненностью указывают, что здесь происходили весьма интенсивные движения земной коры, которые и образовали горные кряжи. Эти движения могли осуществляться при условии громадных напряжений в данных участках Земли благодаря боковому давлению, действующему по касательной к земной поверхности, т. е. благодаря тангенциальному давлению.

Большинство горных цепей и хребтов, существующих на земной поверхности, представляет не что иное, как собранные в

складки под влиянием бокового давления пласти Земли. К такого рода горам принадлежат Кавказские, Гималаи, Анды, Альпы, Пиренеи и др. Эти горы называются складчатыми.

О причинах такого строения горных цепей приходится говорить только предположительно. В этом отношении в геологии имеется ряд различных теорий. Наиболее известной из них является так называемая контракционная теория горообразования. Согласно этой теории, Земля постепенно отдает свое тепло мировому пространству, в силу чего земной шар должен подвергаться медленному уменьшению и сокращению. Так как твердая каменная кора менее поддается сокращению в объеме, чем скрытые под ней огненно-жидкие и газообразные массы, то при продолжающемся охлаждении земного шара на поверхности его неминуемо должны появляться морщины и складки. В силу большего уменьшения объема внутренних частей земного шара, но сравнению с поверхностью корой, последняя должна опускаться, в результате чего развивается радиальное давление. Но вся твердая земная кора опуститься не может, так как при этом некуда было бы деться излишку в поверхности земной коре, образующемуся при сокращении объема всего земного шара. Поэтому отдельные части земной коры, стремясь опуститься к центру, оказывают сильное боковое давление друг на друга, подобно тому, как это происходит среди кирпичей сферического свода. Под влиянием силы такого давления горные породы начинают изгибаться в складки и создают на земной поверхности горы. Разрыв этих складок приводит к сбросам. Таким образом, все складчатые горы есть не что иное, как излишек земной коры против современного объема земного шара.

Если подсчитать объем всех складок в земной коре и разложить его ровным слоем на поверхности земного шара, то можно определить сокращение радиуса Земли против его прежней величины. Произведенные в этом направлении приближенные вычисления показали, что для образования всех современных континентов и островов с их возвышенностями и горами достаточно было сокращения земного радиуса на 261 км.

Образование складчатых гор происходило в разные геологические эпохи. К числу древнейших складчатых гор принадлежат Скандинавские горы и горы Шотландии в Европе. Значительно позже возникли складчатые хребты: Урал, Аллеганы, а также горы Центральной Азии: Алтай, Тянь-Шань, Куэнь-Лунь, Большой Хинган.

Хорошо выраженные складки сохраняются, однако, только у молодых хребтов, как, например, у Кавказского, Альп, Гималаев, тогда как в древних складчатых горах складки в значительной степени уничтожаются последующими геологическими процессами; в старых горных цепях наблюдаются только корни, или стержни, складок.

В отличие от молодых складчатых гор старые складчатые горы называются стержневыми. Примером таких гор может служить Тиманский кряж.

Формы залегания пластов Земли. Формы горных складок очень разнообразны. Складки, обладающие изогнутой выпуклой частью, обращенной кверху, носят название антиклинальных. Если же складка обращена выпуклой частью книзу, то такой складке дают название синклинальной.

В природе антиклинальные и синклинальные складки обычно встречаются вместе в виде полных складок (рис. 1). Под громадной силой бокового давления складки иногда разрывались. Одна складка надвигалась на другую и образовывала надвиг. Иногда боковое давление было настолько сильным, что заставляло земные пласти перемещаться на десятки километров от первоначального их залегания. Примером такого рода явления могут служить Альпы, где громадные покровы земных пластов далеко передвинулись с юга на север. Так, по северному краю Альп находятся горы, где древние земные покровы надвинуты с юга на более поздние.

Точные наблюдения показали, что это надвигание продолжается и теперь.

Кроме образования складок, в земной коре происходят также и вертикальные перемещения. Если два участка Земли перемещаются относительно друг друга в вертикальном направлении с разрывом пластов и один из них опускается ниже своего прежнего уровня, то тогда возникает сброс. В том случае, когда часть земных пластов опустилась, а соседние участки сохранили свое прежнее положение, в земной коре образуется глубокая впадина, или грабен. Такие впадины встречаются во многих местах земного шара. В глубокой впадине, образованной в результате сброса, лежит Байкал, глубочайшее озеро в мире.

Если опускание произойдет по краям какого-либо участка земной коры, который будет возвышаться над окружающей местностью, то подобному возвышенному массиву дают название горста. Горы горстового типа встречаются очень часто на земной поверхности и нередко достигают громадных размеров. К числу таких гор принадлежат, например, Шварцвальд в ФРГ и Вогезы во Франции; в СССР областью сбросовых гор являются Жигули на Волге.

Внутренние, эндогенные, силы, создающие все эти формы дислокаций (т. е. нарушений), глубоко изменяют не только внешнее, но и внутреннее строение — тектонику литосферы. По-

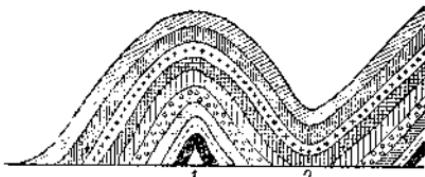


Рис. 1. Антиклинальная (1) и синклинальная (2) складки.

этому они получили название тектонических сил. Сами же складчатые и сбросовые горы, образованные внутренними силами, называются тектоническими.

Но горы могут возникать и другим путем. Таковы, например, вулканические горы, а также песчаные холмы в пустынях и на берегах морей. В отличие от тектонических такие горы носят название насыпных, или аккумулятивных. Однако распространение этих гор на земной поверхности весьма ограничено.

Разрушение и рост гор. Наряду с подземными силами, создающими неровности на Земле — высокие горы и глубокие пропалы, в природе существуют и внешние факторы, которые систематически производят обратную работу — выравнивание, нивелирование поверхности — создавая тем самым новые причины для внутренних движений земной коры. Такими факторами являются процессы разрушения, или выветривания, горных пород под влиянием колебания температуры, замерзающей воды, движущейся воды, ветра, под воздействием кислорода воздуха, углекислого газа и др.

Если процессы выветривания, или разрушения, горных пород совершаются сравнительно медленно, то на протяжении многих десятков и сотен миллионов лет они приводят к разрушению возвышеностей, скал и целых горных хребтов. И действительно, геологические исследования показывают, что все древние горы на Земле не сохранились до наших дней: они выветрены, размыты водой и совершенно исчезли с поверхности Земли. Что же касается современных гор, то они сравнительно молодого происхождения и притом, чем они выше, тем моложе, и, наоборот, чем ниже, тем они древнее. Так, например, самый низкий из горных хребтов европейской части СССР — Тиманский кряж — является в то же время и одним из самых древних. В противоположность ему самые высокие Кавказские горы наиболее молодые; они появились много миллионов лет спустя после образования Тиманского кряжа.

Таким образом, исходя из этих фактов, необходимо допустить, что горы, существующие на поверхности Земли, не только разрушаются, поникаются и исчезают, но растут и зарождаются вновь.

Вулканизм. В тесной и непосредственной связи с вышеописанными движениями земной коры находятся вулканические явления и землетрясения.

Под вулканическими явлениями разумеются процессы поднятия и выбрасывания из внутренних слоев Земли наружу горячих веществ, которые могут находиться в газообразном, жидким или твердом состоянии.

Вулканические извержения сопряжены обычно с деятельностью вулканов, которые в большинстве случаев представляют собой конусообразные возвышенности, сложенные из продуктов

вулканических извержений и соединяющиеся с более глубокими частями Земли посредством жерла, или канала. Вершина вулкана имеет чаще всего форму воронки и носит название кратера.

Число вулканов и вулканических областей, известных в настоящее время на Земле, достигает нескольких тысяч, но самых крупных из них насчитывается около 430.

Все современные вулканы условно подразделяются на действующие и потухшие.

К действующим относятся те, которые время от времени производят извержения на земную поверхность газов, пепла или лавы. Потухшими же вулканами считаются такие, которые на памяти людей ни разу не проявляли своей деятельности. Примером потухших вулканов могут служить такие величайшие вершины Кавказа, как Эльбрус, Казбек и др., обязанные своим происхождением вулканической деятельности в прошлые геологические эпохи.

На Камчатке расположено 17 действующих вулканов, в том числе огромная Ключевская сопка.

Процесс извержения у разных вулканов происходит различно. Самым распространенным примером вулканических извержений является извержение вулкана типа Везувия. Этот процесс обычно происходит бурно и нередко сопровождается взрывами вулканических газов, с большой силой вырывающихся из кратера (рис. 2).

Состав газообразных продуктов, выделяющихся из вулкана при его извержении, очень разнообразен, но главными составными частями их являются водяные пары, углекислота, азот, водород, метан, сернистая, серная, соляная и борная кислоты.

Вместе с газами увлекаются огромные массы пепла, шлаков, камней и других различного рода твердых продуктов. После взрыва из кратера вулкана и его трещин поднимается огненно-жидкая лава, которая выливается спокойно на склоны вулкана или же выбрасывается вверх в виде огромного огненного фонтана.



Рис. 2. Извержение Везувия (1906 г.).

Землетрясения. Наряду с медленными движениями земной коры, сопровождающимися постоянными изменениями ее рельефа, в природе имеют место сильные, резкие движения, получившие название землетрясений. Под землетрясением, или сейсмическим явлением, разумеется вообще всякое сотрясение земной коры, происходящее от действия подземных сил. Наиболее характерной особенностью землетрясения является почти мгновенность производимого им разрушения. Во время сильных катастроф целые города разрушаются в несколько минут, а иногда и в несколько секунд; цветущие области превращаются в пустыни, причем часто происходит гибель десятков и сотен тысяч людей.

Всякое землетрясение имеет очаг, или тот пункт, от которого распространяются как бы волнами колебания земных пластов. Этот пункт внутри земной коры получил название гипоцентра, или фокуса землетрясения. А то место на земной поверхности, которое находится над гипоцентром, называют эпицентром землетрясения; в этом месте толчки от землетрясения достигают наибольшей силы. Многими определениями гипоцентра установлено, что очаги всех землетрясений находятся на значительной глубине от поверхности земной коры, но не глубже 100 км.

Исследованиями теперь установлено, что землетрясения вызываются разными причинами. В зависимости от происхождения все они могут быть подразделены на три группы: 1) землетрясения, происходящие от обвалов в земной коре, 2) землетрясения, связанные с деятельностью вулканов, т. е. вулканические и 3) землетрясения тектонические, вызываемые тектоническими горообразовательными процессами.

В СССР землетрясения наблюдаются на Кавказе, затем в Средней Азии, Забайкалье, Алтае и Камчатке.

ГЛАВА ВТОРАЯ

СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Химический состав земной коры очень сложный: в нее входят все существующие в природе химические элементы. Но относительное содержание каждого из них неодинаково; одни из этих элементов содержатся в большом количестве, другие же — в очень малом.

На основании многочисленных исследований академиков В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана и других советских ученых

установлено, что в состав земной коры входят главным образом следующие элементы (в процентах):

Кислород	49,13	Цинк	0,020
Кремний	26,00	Бор	0,016
Алюминий	7,45	Медь	0,010
Железо	4,20	Иттрий	0,005
Кальций	3,25	Бериллий	0,003
Натрий	2,40	Цезий	0,0029
Магний	2,35	Кобальт	0,002
Калий	2,35	Торий	0,002
Водород	1,00	Неодим	0,00175
Титан	0,61	Свинец	0,0016
Углерод	0,85	Молибден	0,001
Хлор	0,20	Бром	0,001
Фосфор	0,12	Вольфрам	0,0009
Сера	0,10	Уран	0,0009
Марганец	0,10	Олово	0,0006
Фтор	0,08	Мышьяк	0,0005
Барий	0,05	Ртуть	0,0001
Азот	0,04	Йод	0,0001
Стронций	0,035	Сурьма	0,00005
Хром	0,030	Серебро	0,00001
Цирконий	0,025	Платина	0,000005
Ванадий	0,025	Золото	0,000005
Никель	0,020	Радий	0,0000000003

Таким образом, как видно из приведенных данных, наиболее распространены в земной коре два элемента — кислород и кремний: они составляют около 75% от общей массы всех элементов, входящих в ее состав. При этом масса кислорода почти равна массе всех остальных химических элементов. В то же время многие из элементов, имеющих большое значение в жизни растений и животных, содержатся в земной коре в относительно малом количестве; так, водорода — 1% от веса коры, углерода — 0,35, азота — 0,04, фосфора — 0,12 и серы 0,10%.

Само собой разумеется, что и химические соединения, встречающиеся в природе в виде минералов, имеют различную распространенность. Так, исследованиями установлено преобладание в земной коре кислородных соединений, особенно кремне-кислых.

ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О МИНЕРАЛАХ И ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Классификация минералов. Большинство химических элементов встречается в природе не в свободном состоянии, а в форме различных соединений, называемых минералами. Под названием «минерал» подразумевается всякое встречающееся в земной коре однородное тело, обладающее определенными физическими свойствами и постоянным химическим составом. Таким образом, минералами могут быть названы кварц, полевой шпат, алмаз, графит, каолин, лед, а также нефть, вода и др.

Минералы по физическому состоянию подразделяются на жидкые и твердые; последние делятся на кристаллические и некристаллические, или аморфные. Кристаллические минералы отличаются от аморфных формой и физическими свойствами.

Первые состоят из кристаллов, обладающих геометрически правильной формой; вторые кристаллов не имеют. Точно так же кристаллические минералы отличаются от аморфных и по физическим свойствам, таким как теплопроводность, прозрачность и т. д. В естественных условиях минералы обычно образуют большие массы или скопления. Значительные минеральные скопления в земной коре, образовавшиеся при одинаковых условиях и имеющие более или менее однообразное строение и состав, называются горными породами. Другими словами, горные породы — природные группировки минералов. К категории горных пород относятся мрамор, графит, известняк, песок, суглинок и др. В состав горной породы может входить один минерал или же несколько различных минералов. Если горная порода состоит из однородных минералов, как, например, мрамор, она называется простой горной породой и, наоборот, горная порода, в состав которой входит несколько минералов, как, например, гранит, называется сложной.

Земная кора состоит из различных горных пород и продуктов их изменений.

В природе имеют широкое распространение как простые, так и сложные горные породы. Они залегают обычно большими массами, образуя отдельные мощные пласти, или слои, хорошо наблюдаемые в местах обнажения в особенности на крутых берегах морей, рек, озер, на склонах оврагов и горных обрывов.

Число минералов, входящих в состав важнейших горных пород, сравнительно невелико — всего около 50 видов. Общее же число минералов, известных в настоящее время науке, около 3000.

Основное значение в образовании земной коры имеют наиболее распространенные из них, это главным образом силикаты, алюмосиликаты, сульфаты, карбонаты и т. д. Для облегчения изучения все минералы систематизируют, подразделяя на классы, а каждый класс в свою очередь делят на группы.

В основу современной классификации минералов положен их химический состав.

Важнейшие классы минералов следующие.

I класс — самородные элементы. К классу самородных элементов относятся минералы, состоящие из одного какого-нибудь элемента.

Минералов этого класса в природе существует немного. Одни из них относятся к металлам, другие к металлоидам.

Самородными металлами являются, например, золото (Au), серебро (Ag), платина (Pt), медь (Cu), а металлоидами — алмаз

(β) и графит (C), представляющие собой полиморфные разности самородного углерода, а также сера (S).

II класс — сернистые соединения. В этот класс входят минералы, которые образовались в природе путем соединения с серой, а также с селеном, мышьяком, теллуром и сурьмой.

Соединения этой группы на земной поверхности малостойки; от действия воды и кислорода они окисляются или распадаются. К таким соединениям относятся киноварь (HgS), марказит (FeS_2) и др.

III класс — галоидные соединения. К этому классу относятся соли хлористоводородной и фтористоводородной кислот. Главнейшими представителями минералов этой группы являются следующие: каменная соль ($NaCl$), сильвин (KCl), сильвинит ($KCl \cdot NaCl$), нашатырь (NH_4Cl), флюорит, или плавиковый шпат (CaF_2), карналлит ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$).

IV класс — окислы. Входящие в этот класс минералы представляют соединения различных элементов с кислородом. Они очень широко распространены в природе и поэтому играют большую роль в образовании земной коры. Этот класс минералов подразделяют на три группы: 1) окислы кремния, 2) окислы полиметаллов и 3) окислы металлов. Наиболее существенными из минералов этого класса являются следующие: кварц (SiO_2), опал ($SiO_2 \cdot nH_2O$), корунд (Al_2O_3), лимонит, или бурый железняк ($2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$), боксит ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$).

V класс — соли кислородных кислот. Включаемые в этот класс минералы являются солями кислородных кислот — серной, фосфорной, азотной, угольной, кремневой, поликремневой и др.

Преобладающее большинство минералов этого класса, имея весьма широкое распространение в природе, играет первостепенную роль в образовании земной коры.

Все минералы этого класса подразделяются на группы: 1) карбонаты, 2) силикаты и алюмосиликаты, 3) фосфаты, 4) нитраты и 5) сульфаты. Наиболее распространеными из них являются силикаты, алюмосиликаты, карбонаты и сульфаты.

В качестве главнейших представителей минералов этого класса отметим следующие.

Карбонаты — соли угольной кислоты: кальцит ($CaCO_3$), доломит $CaMg(CO_3)_2$, сидерит ($FeCO_3$).

Силикаты и алюмосиликаты. Среди минералов, относящихся к классу соединений кислородных кислот, наибольшее значение в образовании горных пород имеют соли кремневых кислот, или силикаты. Силикаты отличаются сложным химическим строением, и в этом отношении их можно подразделить на такие подгруппы: 1) соли ортокремневой кислоты (H_4SiO_4), соли поликремневой кислоты ($H_4Si_3O_8$) и 3) соли метакремневой кислоты (H_2SiO_3). Большинство этих кислот в

свободном состоянии не получено; известны только их соли — алюмосиликаты и силикаты: полевой шпат — ортоклаз ($KAlSi_3O_8$, или $K_2Al_2Si_6O_{16}$), слюда мусковит ($K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$); тальк ($H_2Mg_3Si_4O_{12}$); каолинит ($H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O$).

Фосфаты — соли фосфорной кислоты: фосфорит [$Ca_3(PO_4)_2$], апатит [$Ca_5(F, Cl) \cdot (PO_4)_3$], вивианит [$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$].

Сульфаты — соли серной кислоты: гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

Нитраты — соли азотной кислоты: селитра натровая ($NaNO_3$), селитра калийная (KNO_3).

VI класс — углеводородные соединения. В этот класс входят: нефть, асфальт, озокерит, янтарь, торф, ископаемые угли.

Таковы те основные группы, на которые подразделяются в настоящее время минералы.

Образование минералов. Существующие в природе минералы образуются самыми различными путями. В отдаленные геологические периоды, когда начиналось формирование твердой земной коры, преобладающий способ возникновения минералов состоял, очевидно, в выделении их из расплавленной магмы. Таким путем образовались наиболее распространенные минералы главным образом из группы силикатов и алюмосиликатов: полевые шпаты, слюда и др.

Из минералов, не относящихся к силикатам, подобным же способом образовались магнитный железняк, медный колчедан и т. д. Все эти минералы являются результатом физико-химических процессов, происходящих в магме при остывании.

Образование минералов из расплавленных масс имеет место в природе и в настоящее время, поскольку и сейчас на больших глубинах происходит остывание и затвердевание магмы. Подобным же путем образуются разнообразные минералы при выходе огненно-жидкой магмы на поверхность Земли при извержениях вулканов.

Большое значение в процессах минералообразования имеет также вода.

Вода, соприкасаясь с твердой земной корой, растворяет различные соединения. Многие из них растворяются очень легко, как, например, $NaCl$, KCl , Na_2SO_4 , $MgSO_4$ и т. д.; другие — растворяются с трудом и, наконец, третья растворимы лишь в самом ничтожном количестве. Благодаря этому все воды, как покрывающие поверхность Земли, так и циркулирующие в ее глубинах, содержат в растворенном состоянии различные соединения, которые при определенных условиях выделяются в твердом виде и образуют минералы.

Эти выделения происходят в результате простого осаждения и в результате химических реакций между различными растворенными веществами.

Большую роль в образовании минералов играют также различного рода организмы, населяющие моря. Одни из них, как,

например, двустворчатки, гasterоподы, морские ежи, фораминиферы и т. д., строят раковины из углекислой извести, растворенной в воде; из извести же сложены и полипняки. По отмиранию этих организмов их твердые оболочки, отлагаясь на дне морей и озер, образуют с течением времени большие скопления различных минералов. Огромные толщи слоистых известняков, мела, скопления трепела, кизельгура, а отчасти и некоторых железных руд возникли в результате биологических процессов.

Значение этих процессов в минералообразовании станет еще более ощутимым, если к этим отложениям отнести еще огромные залежи в недрах Земли каменного угля и нефти, которые также являются минералами органического происхождения.

Физические и химические свойства минералов. Каждый минерал, образовавшийся в определенных природных условиях, явно отличается от других минералов как физическими, так и химическими свойствами.

Из физических свойств, имеющих большое значение при распознавании минералов, отметим следующие: цвет, блеск, цвет тонкого порошка (цвет черты), твердость, удельный вес, спайность, излом и структурные формы агрегатов.

Перечисленные свойства минералов в основном сводятся к следующему.

Блеск. Блеск минерала определяется по виду его поверхности в отраженном свете. Различают блеск металлический, неметаллический и металловидный. Металловидный является как бы переходным между двумя первыми.

Металлический блеск обычно присущ металлам, а также непрозрачным рудным минералам. Среди различных видов неметаллического блеска различают стеклянный, алмазный, жирный, перламутровый, шелковистый и др. В тех случаях, когда минералы не имеют блеска, их называют матовыми.

Цвет. Кроме блеска, различают еще и цвет минералов. В природе имеются минералы совершенно бесцветные, например чистый горный хрусталь. Некоторые же минералы имеют постоянно одну и ту же окраску; так, например, сера — желтая, малахит — зеленый и т. д. Наконец, многие минералы имеют окраску, зависящую от присутствия в них посторонних примесей. Эти примеси нередко придают основному веществу минерала ряд самых разнообразных оттенков.

Цвет тонкого порошка. Очень часто порошок минерала имеет характерную окраску, отличную от окраски его сплошных кусков. Цвет тонкого порошка удобнее всего наблюдать, проводя исследуемым минералом черту на какой-либо белой поверхности, лучше всего на шероховатой, не покрытой глазурью поверхности фарфора.

Твердость. Для распознавания минералов большое значение имеет твердость. Твердость минералов определяется сопротивлением, которое они оказывают при царапании их определенными испытательными минералами.

Применяемые для этой цели минералы-испытатели располагают в порядке возрастания их твердости в специальную так называемую шкалу твердости: 1) тальк, 2) гипс, 3) известковый шпат, 4) плавиковый шпат, 5) апатит, 6) ортоклаз (полевой шпат), 7) кварц, 8) топаз, 9) корунд, 10) алмаз.

Для определения твердости по этой шкале исследуемый минерал царапают названными минералами-испытателями. Если определяемый минерал оставляет черту на каком-нибудь минерале из шкалы твердости и сам чертится им же, то считают, что твердость обоих одинакова.

Нередко определяемые минералы по твердости могут занимать промежуточное место между двумя какими-нибудь минералами-испытателями. Примером может служить магнитный железняк. На этом минерале оставляет черту ортоклаз, в то время как магнитный железняк не дает черты на последнем. Очевидно, что ортоклаз тверже магнитного железняка. Но на магнитном железняке не остается черты от апатита, который в шкале твердости расположен ниже ортоклаза. Следовательно, по твердости магнитный железняк лежит между апатитом и ортоклазом, т. е. твердость его равна приблизительно 5,5.

Удельный вес. Среди физических свойств минералов большое значение имеет их удельный вес, показывающий, во сколько раз минерал весит больше или меньше равного ему объема воды. Удельный вес каждого минерала является величиной постоянной, поэтому этот признак при определении минералов широко используется.

Наибольшим удельным весом из всех минералов обладает самородный иридий (22,6—22,8), наименьшим — нефть (0,8) и озокерит (0,94); большинство же других минералов имеет удельный вес от 2,0 до 3,5. Точное определение удельного веса производится с помощью пикнометра или тяжелых жидкостей.

Спайность. Способность некоторых минералов раскалываться по определенным ровным плоскостям называется спайностью.

Спайность можно наблюдать только у кристаллических веществ; аморфные же минералы спайностью не обладают.

Излом. Это характер поверхности в случае разбивания минералов не по спайным плоскостям. Различают такие виды излома: раковистый, когда поверхности некривленные, сходные с раковинами; ровный — плоские поверхности; крючковатый — поверхность неровная и имеет острые крючки; занозистый, когда минерал ломается тонкими осколками или волокнами.

ГЛАВНЕЙШИЕ МИНЕРАЛЫ, ИХ СВОЙСТВА И РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ

Кварц. Кварц является наиболее распространенным минералом на земной поверхности, представляя существенную составную часть многих кристаллических горных пород. В качестве составной части он входит в важнейшие метаморфические горные породы, как гнейсы и многие сланцы, образуя среди последних и самостоятельную горную породу — кварцит, или кварцитовый сланец.

Кварц представляет собой кристаллическую форму кремнезема. Кроме кристаллов, кварц встречается и в сплошных масах с зернистым строением, в натечных формах и т. д. Кварц составляет основную массу песка.

По химическому составу кварц является окислом кремния — SiO_2 ; в кислотах, кроме фтористоводородной, он не растворяется, обладает большой твердостью — 7 и удельным весом от 2,5 до 2,8. Перед паяльной трубкой не плавится, но легко сплавляется в пламени гремучего газа.

Полевые шпаты. Полевые шпаты представляют самую распространенную группу минералов из числа силликатов. Они составляют 50% всей земной коры в целом. Полевые шпаты являются одной из главных составных частей огромного большинства магматических горных пород, как, например, гранитов, сиенитов, трахитов, а также гнейсов.

По химическому составу это сложные соли алюмокремневых кислот. Полевые шпаты обычно магматического происхождения. Главнейшими представителями минералов из группы полевых шпатов являются: ортоклаз, альбит и аортит.

Ортоклаз — калиевый алюмосиликат ($\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$); бывает окрашен в белый, серый, красноватый, желтоватый и зеленоватый цвет. В больших кусках обычно непрозрачен, в тонких же шлифах просвечивает почти так же, как стекло. Очень часто, в силу разложения, мутноват. При ударе, благодаря спайности, распадается на параллелепипедальные кусочки. Твердость ортоклаза 6; удельный вес 2,5—2,6. Кислоты на ортоклаз не действуют. Входит в качестве основного минерала в гранит, сиенит и другие магматические породы.

Альбит — натриевый алюмосиликат ($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$); твердость 6—6,5; удельный вес 2,62—2,65. Цвет белый или желтый. Образует мелкие, часто прозрачные кристаллы пластинчатой формы или щетками. Перед паяльной трубкой плавится с трудом, окрашивая пламя в интенсивный желтый цвет. Кислоты почти не действуют. Порошок альбита дает при продолжительном кипении с водой щелочную реакцию.

Аортит — кальциевый алюмосиликат ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$); твердость 6—6,5; удельный вес 2,74—2,76. Имеет стеклянный блеск;

прозрачен в различных степенях. Бесцветен или окрашен в белый, сероватый, желтоватый, красноватый, голубоватый и другие цвета. Перед паяльной трубкой плавится трудно, но легче других полевых шпатов. Соляной кислотой анортит разлагается с выделением порошковатого или студенистого кремнезема. Порошок анортита обнаруживает ясную щелочную реакцию.

Слюды. В состав гранита, наряду с кварцем и полевым шпатом, входит еще один минерал — слюда, отличающийся от других способностью раскалываться по спайности на весьма тонкие листочки с блестящей, как бы отполированной поверхностью. В химическом отношении слюды являются алюмосиликатами щелочных металлов, чаще всего К и Na. В них всегда присутствует также водород.

По химическому составу и физическим признакам различают несколько разновидностей слюды. Главнейшие из них мусковит и биотит.

Мусковит, или кальцевая слюда ($K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$); удельный вес 2,7—3,2; твердость 2,0—3,0. Окрашен в светлый цвет, прозрачен; в кислотах не разлагается.

Биотит, или магнезиальная слюда [$K_2O \cdot 6(Mg, Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$]; удельный вес 2,7—3,2; твердость 2,0—3,0. Имеет стеклянный, иногда полуметаллический блеск. Прозрачен в различных степенях, встречается непрозрачный. От присутствия железа биотит окрашен в темные цвета: темно-зеленый или темно-бурый. Под действием концентрированной серной кислоты способен разлагаться.

Биотит и мусковит имеют очень широкое распространение в природе как главная составная часть многих кристаллических горных пород, гранита, порфиров, трахитов и гнейсов.

Под влиянием углекислоты и воды полевые шпаты и слюды превращаются в каолинит и соответствующие соли угольной кислоты.

Каолинит, или фарфоровая глина ($H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O$); удельный вес 2,58—2,60; твердость около 1. Минерал, образующийся при разрушении полевошпатовых, особенно ортоклазовых горных пород — гранитов, гнейсов, порфиров и т. д. Каолинит является землистой массой, состоящей из скопления микроскопически малых чешуек и пластинок, очень мягок, живет на ощупь. Чистый каолинит имеет белый цвет, но от примесей, главным образом окиси железа, он часто бывает окрашен в желтый, красный и другие цвета.

Являясь важнейшей составной частью глини и суглиников, каолинит широко распространен в природе. Очень часто встречаются также большие залежи чистого каолинита.

Бурый железняк, или лимонит. Бурый железняк является соединением окиси железа с водой — $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$. Удельный вес 3,4—4; твердость 5. Он имеет бурый или темно-бурый цвет.

Обычно встречается в виде плотных или землистых масс, нередко состоящих из зерен разной величины склеруповатого строения. В состав лимонита всегда входят примеси глины, песка, соединений марганца, фосфорной кислоты и др. Широко используется для выплавки железа в нашей стране.

Красный железняк. По химическому составу является окисью железа (Fe_2O_3). Удельный вес 4,9—5,3; твердость 5,5. Соединение также широко распространено и очень часто образует так называемые красные железные руды, в которых содержание железа доходит до 70%. Цвет черты и порошка минерала вишнево-красный. Встречается как в виде хорошо развитых кристаллов, так и в скрыто кристаллической форме. Красный железняк — ценнейшая руда для выплавки железа.

Магнитный железняк. Этот минерал еще более богат содержанием железа. Он представляет собой соединения закиси и окиси железа ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$). Удельный вес 4,9—5,2; твердость 5,5. Магнитный железняк черного цвета, непрозрачный даже в тонких пластинках, со слабым металлическим блеском. Обладает сильно выраженным магнитным свойствами. Встречается или в виде рассеянных зерен в изверженных горных породах, или в виде скоплений большой мощности. Широко используется для выплавки железа.

Пирит (FeS_2). Удельный вес 4,4—5,2; твердость 6—6,5. Минерал с ясно выраженным кристаллическим строением, встречается в виде кубов, додекаэдров и плотных масс, имеет желтый цвет с золотистым блеском.

Пирит — основное сырье для получения серной кислоты, которую используют для производства суперфосфата, основного фосфорсодержащего удобрения, и других целей. В этом отношении он является весьма ценной рудой.

Арсенопирит ($\text{FeS}_2 \cdot \text{FeAs}_2$). Удельный вес 5,6—6,2; твердость 6. Представляет собой мышьяковую руду. Встречается обычно в сплошных массах, зернистых или с лучисто-шестоватым сложением, иногда образует вкрапленности. Блеск металлический. Цвет серебряно-белый до светло-стального, серого. Нередко встречается среди кристаллических сланцев как жильный минерал или в виде первоначальных выделений в изверженных горных породах.

Каменная соль (NaCl). Удельный вес 2,1—2,2; твердость 2,5. Каменная соль имеет широкое распространение в природе. Чистая каменная соль бесцветна и прозрачна, но обыкновенно в результате механических примесей имеет светлые оттенки красного и желтоватого (окись железа), серого, голубого, реже белого цвета. Редко бывает химически чистой; обыкновенно содержит небольшие примеси CaCl_2 , MgCl_2 , а иногда и KCl .

Сильвинит. Наряду с хлористым натрием в природе широкое распространение имеет и хлористый калий (KCl), получивший

название сильвина. Этот минерал имеет удельный вес 1,97—1,99; твердость 1,5—2; белую, желтую и красноватую окраску. Способен образовывать кристаллы в виде кубов и октаэдров. В естественных условиях сильвин редко бывает химически чистым. Он всегда встречается в сопровождении NaCl и в этом случае называется сильвинитом. В сельском хозяйстве сильвинит имеет большое значение как калийное удобрение.

Карналлит ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Удельный вес 1,6; твердость 2,5. Карналлит относится к группе двойных хлористых соединений, присоединяющих воду; содержание калия в нем ниже, чем в сильвините. В чистом виде карналлит бесцветный и прозрачный. В природных условиях всегда содержит различные примеси: каменную соль, железо и др., в связи с чем он обычно окрашен в самые различные цвета. В воде легко растворим; отличается повышенной гигроскопичностью. Огромные залежи его имеются в Соликамском месторождении.

Кайнит ($\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Удельный вес 2,1; твердость 2. В природных условиях образует зернистые массы белого, желтоватого, красноватого или серого цвета. Вкус горько-соленый. Не гигроскопичен. Залегает самостоятельными слоями, иногда имеющими значительную мощность, в верхней части карналлитовой зоны соляных залежей. Кайнит используют как материал для приготовления калийных солей.

Глауконит K [$(\text{Fe}, \text{Al}, \text{Mg}) \cdot (\text{OH})_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10} \cdot \text{nH}_2\text{O}$]. Удельный вес 2,2—2,8; твердость 2,0—3,0; цвет от темно-зеленого до черного, оливковый; блеск — матовый. Представляет собой сложный водный алюмосиликат калия и железа, содержащий до 12% K_2O . В природе встречается в виде мелких зерен в составе других пород — в песчаниках, глинах, известняках, приобретающих благодаря этому зеленую окраску.

Апатит [$\text{Ca}_5(\text{F}, \text{Cl}) \cdot (\text{PO}_4)_3$]. Удельный вес 3,1—3,2; твердость 5. Апатит относится к группе фосфатов и является солью фосфорной кислоты; состав апатита усложняется присутствием в нем F и Cl. Апатиты бывают разных цветов, но чаще всего их окраска зеленоватая или голубоватая. Реже встречаются апатиты белые, серые или бурые. Содержание фосфора в них различно и иногда достигает до 40%. Форма кристаллов призматическая, таблитчатая. Блеск кристаллов апатита стеклянный. Встречаются апатиты с другими минералами в виде вросших или наросших кристалликов и среди магматических горных пород, образовавшихся из застывшей магмы. В последнем случае они залегают значительными скоплениями. Крупнейшим месторождением апатитов в СССР являются Хибины на Кольском полуострове. Хибинские апатиты содержат в качестве примеси и другой минерал — нефелин $\text{Na}(\text{AlSiO}_4)$. Удельный вес 2,45—2,50; твердость 5—6. Богатые фосфором хибинские апа-

титы представляют огромную ценность как сырье для выработки суперфосфата.

Фосфорит $[Ca_3(PO_4)_2]$. Удельный вес 2,2—3,2; твердость 2—6. Фосфориты часто встречаются в виде желваков и конкреций, нередко радиально-лучистого строения. Если потереть две сухие конкреции одну о другую, чувствуется запах как бы от сгоревшей головки спички. Фосфориты, в отличие от апатитов, осадочного происхождения. Они образуются на дне водных бассейнов в результате разложения главным образом костей отмерших животных. Широко используются в сельском хозяйстве как удобрение.

Важнейшими месторождениями фосфоритов в нашей стране являются подольские, московские, костромские, саратовские, смоленские, орловские, казахстанские и др.

Вивианит $[Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O]$. Удельный вес 2,58—2,68; твердость 1,5. Встречается в природе чаще всего в виде сплошных масс и редко в форме кристаллов. Образует землистые скопления и вкрапленности в другие породы. В свежем состоянии вивианит совершенно бесцветен, а на воздухе он довольно быстро принимает синюю окраску. Встречается вивианит преимущественно в осадочных породах новейших геологических отложений. Его образование тесно связано с разложением органических остатков и процессами восстановления. Он заполняет кости ископаемых животных, выделяется внутри раковин моллюсков. Его землистые разновидности особенно часто образуют вкрапленности в массе торфяников и глин.

Натриевая селитра ($NaNO_3$). Удельный вес 2,24—2,29; твердость 1,5—2. Перед паяльной трубкой на угле дает сильную вспышку. В природе встречается в виде механической смеси с другими солями: поваренной солью, сильвинитом, гипсом и др. Основные залежи натриевой селитры находятся в Чили (Южная Америка), в связи с чем она и получила название чилийской селитры.

Натриевая селитра применяется в сельском хозяйстве как азотное удобрение.

Калийная селитра (KNO_3). Удельный вес 1,9—2,1; твердость 2. Для нее характерны легкая растворимость в воде, малая твердость и соленый холодящий вкус. Перед паяльной трубкой на угле дает вспышку. Она встречается в природе в виде естественных залежей органического происхождения. В СССР небольшие залежи калийной селитры имеются в различных пунктах Средней Азии. Месторождения селитры приурочены здесь главным образом к бессточным сухим котловинам, к древним крепостям, скотопрогонным дворам, старым базарным площадям и другим пунктам, где в силу тех или иных причин имело место скопление органического вещества.

Кальцит, или известковый шпат (CaCO_3 ; 56% CaO , 44% CO_2). Удельный вес 2,7; твердость 3—3,5. Принадлежит к группе углекислых соединений или карбонатов. Эти соединения широко распространены в природе и потому имеют большое значение в образовании земной коры.

Кальцит в химическом отношении представляет собой углекислый кальций. Такой же состав имеют обыкновенный известняк и мел.

Углекислый кальций встречается в природе в нескольких разновидностях. Главнейшими из них являются следующие: 1) обыкновенные известняки, образующие в земной коре мощные толщи; это наиболее распространенная разновидность углекислого кальция; 2) закристаллизованный известковый шпат, куда относится и так называемый исландский шпат, отличающийся полной прозрачностью; 3) зернистый, или кристаллический известняк, называемый мрамором, и 4) известковый туф — пористый известняк, осаждающийся из ключевых вод, богатых растворенной двууглекислой известью, при выходе их на дневную поверхность. Но несмотря на разнообразие форм, а также различную их окраску, соединения углекислого кальция легко отличаются от других минералов с помощью соляной кислоты. Все карбонаты бурно вскипают при действии кислоты. Это явление имеет место при действии HCl на любой вид углекислого кальция, на мел, мрамор и обыкновенный известняк.

Залежи углекислой извести встречаются в самых различных пунктах нашей страны.

Доломит [$\text{Ca}, \text{Mg}(\text{CO}_3)_2$]. Удельный вес 1,8—2,9; твердость 3,5—4,0. Доломиты также относятся к группе кальцита. Они часто встречаются в природе и, наряду с известняками, образуют мощные слои, большей частью морского происхождения. В отличие от известняков, доломиты в холодной HCl не растворяются и не шинят; они способны растворяться в этой кислоте лишь при нагревании. Как и известняк, доломиты бывают самой различной окраски: белой, серой, желтой, зеленоватой, красноватой и черной.

Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Удельный вес 2—3; твердость 2. Чертится ногтем, хрупок, в порошке на ощупь кажется шершавым. Является очень распространенным в природе минералом. В химическом отношении представляет водный сернокислый кальций. Гипс имеет несколько разновидностей: ясно окристаллизованный прозрачный гипс, встречающийся отдельными кристаллами, селенит — жилковатый гипс, состоящий из тонких волокон, расположенных параллельно друг другу, и альбастр в виде мелкозернистых масс белого цвета. Гипс используют в сельском хозяйстве для улучшения физических, физико-химических и биологических свойств солонцов и сильно солонцеватых почв.

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Скопления одного или нескольких минералов, занимающие значительное пространство, называются горными породами. Горные породы бывают простые и сложные. Простые породы состоят из одного какого-либо минерала, в состав сложных входят несколько минералов.

По способу образования горные породы делятся на: 1) магматические, 2) осадочные и 3) метаморфические.

Магматические горные породы. Эти породы образовались при застывании магмы. На больших глубинах в земной коре застывание магмы протекает медленно, при этом получаются крупнокристаллические сложные горные породы, которые называются интрузивными, или глубинными. К ним относятся гранит, диорит, габбро и др.

При застывании изверженной, излившейся из недр Земли, магмы процесс затвердевания происходит быстро, породы получают мелкокристаллическое или слитнокристаллическое строение. Эти породы называются эфузивными, или излившимися. К ним относятся базальт, липарит, андезит и др.

Наиболее распространенной глубинной породой является гранит. В состав гранита входят кварц, полевые шпаты и слюды. Кристаллы этих минералов видны невооруженным глазом. Окраска гранита бывает разной, в зависимости от цвета входящего в его состав полевого шпата; чаще всего встречается гранит серый, розовый и красный.

Распространенной изверженной породой является базальт. В состав его входят полевой шпат, главным образом плагиоклаз, авгит и оливин. Базальт черного или темно-серого цвета, имеет плотное мелкокристаллическое строение.

В химическом отношении все магматические породы делятся обыкновенно на кислые, средние и основные, в зависимости от содержания в них SiO_2 .

К кислым относятся те породы, в которых SiO_2 содержится от 65 до 80%; эти породы отличаются преобладанием в них ортоклаза и кварца и незначительным количеством железисто-магнезиальных минералов. Они обычно тугоплавки, легче основных пород, и отличаются в большинстве случаев более светлой окраской.

Наиболее характерным представителем этой группы пород является гранит.

Основные содержат меньше 52% SiO_2 ; в этих породах преобладают железисто-магнезиальные минералы и оливин, из полевых шпатов — плагиоклаз; кварц в основных породах совсем отсутствует. Для них характерны темная, иногда совершенно черная окраска, большой удельный вес; они легкоплавки, менее

вязки и в расплавленном состоянии представляют собой быстrored текущие лавы. К группе основных пород относятся базальт, габбро, перидотит и др.

Средними, или промежуточными, породами являются те, в которых SiO_2 содержится от 52 до 65 %. Сюда относятся главным образом сиенит, диорит, трахит и андезит.

Осадочные породы. Магматические породы, составляющие основную часть твердой земной коры, всюду, за небольшим исключением, перекрыты сверху рыхлыми, или осадочными, породами. Осадочные породы имеют вторичное происхождение, возникая благодаря разрушению первичных, или магматических, пород, подвергающихся процессам выветривания.

Одной из основных особенностей осадочных пород является слоистость, т. е. расположение их слоями, или пластами, что указывает на периодичность их отложения (рис. 3). Осадочные породы очень часто содержат ископаемые остатки организмов, в породах магматического происхождения их никогда не бывает.

Все осадочные породы разделяют на три категории: механические, химические и органогенные отложения.

К механическим отложениям относятся глинистые и



Рис. 3. Слоистые породы, прорезанные жилой застывшей магмы.

битуминозные сланцы и песчаники, конгломераты, брекчии, галечник, пески, глины, суглинки, лёссы и т. п.; к химическим — ангидрит, гипс, каменная соль, сильвинит, карналлит, каинит и др.; к органогенным — каменный уголь, известняк, мел, горючие сланцы, торф и сапропели.

Сланцы являются отложением в водных бассейнах тончайших частиц, которые после отвердевания дают тонкую, равномерно зернистую породу, хорошо раскалывающуюся на тонкие параллельные слои.

Главными составными частями сланца являются глина, кварц и полевой шпат. Иногда, наряду с минеральными частичками, в состав сланца входят и органические вещества — остатки морских водорослей и др.; такого рода отложения, богатые органическими веществами и обладающие способностью гореть, называются горючими сланцами.

Песчаниками называют породы, состоящие из равномерных зерен, скрепленных каким-нибудь другим минеральным

иечеством, чаще всего известью, кремнеземом, окислами железа, глиной и т. д.

Конгломератом называется сцементированная порода, состоящая из округленных галек разных размеров; если же обломки угловаты, то такая порода называется брекчией.

Породой осадочного происхождения является также глина. Чистая глина образуется из продуктов разрушения горных пород путем осаждения их на дне водных потоков и морей или озер в виде мельчайших частиц. Глины и суглинки частично могут отлагаться также в результате деятельности ледников и ледниковых вод.

Осадочные породы химического происхождения образовались в результате отложения из раствора кристаллических частиц при испарении воды. Так образовались во многих местах земного шара огромные залежи каменной соли, карналита, канинита, гипса и др.

Органогенные осадочные породы имеют растительное или животное происхождение. Так, например, каменный уголь образовался в недрах земной коры в результате длительных изменений и превращений остатков древней растительности. Большинство известняков и мела образовалось в морях и океанах благодаря деятельности организмов, которые концентрировали в своих скелетных частях углекислый кальций, извлекаемый ими из воды.

К категории органогенных осадочных пород относятся также торф и сапропели, образование которых непосредственно связано с деятельностью наземных растительных организмов.

Метаморфические породы. Под влиянием многих природных условий осадочные и магматические породы могут изменять свой вид. В отдельных случаях некоторые породы настолько изменяют первоначальное строение, что не всегда легко бывает определить происхождение такой породы.

Резкие изменения в характере тех или иных пород происходят в недрах земной коры, главным образом под действием сильного давления и высокой температуры. В результате этих процессов возникают как бы новые, превращенные, или метаморфические, породы. Метаморфические породы некоторыми чертами напоминают одновременно и породы магматические и осадочные. Кристаллически-зернистая структура метаморфических пород очень часто сходна со структурой разных магматических пород, а параллельнолинейное расположение минеральных зерен несколько напоминает осадочные образования.

Из метаморфических пород наиболее распространеными являются гнейсы, различные кристаллические сланцы, кварцит и мрамор.

Гнейс — метаморфическая порода, состоящая из тех же минералов, что и гранит, т. е. из полевого шпата, чаще всего ортоклаза, роговых обманок и т. п. Но в отличие от гранита все эти минералы расположены в линейном порядке и послойно; слой из полевого шпата сменяется слоем кварца, а последний — слоем слюды и т. д. По характеру содержащейся в гнейсе слюды различают мусковитовый, биотитовый, двуслюдянный гнейсы и др.

Кристаллические сланцы состоят из кристаллических минералов, но минералы расположены здесь в линейном порядке и часто обладают вытянутой формой или же превращены в листочки и пластинки, лежащие параллельно друг другу. Сланцы легко раскалываются по параллельным направлениям. В зависимости от того или иного преобладающего в сланцах минерала различают слюдистые, хлористые, тальковые и рогообманковые кристаллические сланцы. Так же как и гнейс, сланцы залегают чаще всего непосредственно на граните, образуя в земной коре мощные по толщине пласти.

Кварциты являются очень плотной породой, содержащей зерна кварца, скементированные кремневой кислотой. Кварциты произошли в результате изменения песчаников под действием высокого давления в недрах земной коры.

Мрамор — метаморфическая кристаллическо-зернистая порода, образовавшаяся в земной коре из обыкновенных известняков в условиях сильного давления и высокой температуры. Мраморы бывают различных цветов: белого, серого, желтого, розового и др. В природе имеют значительное распространение.

Таковы, в основном, те главнейшие горные породы, из которых слагается земная кора. В нижних слоях земная кора состоит из массивных кристаллических или магматических горных пород; в верхних слоях она состоит из различного рода осадочных пород.

В образовании толщи осадочных пород, а также в формировании и развитии рельефа земной поверхности огромную роль играют вода, лед и ветер.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВОДЫ И АТМОСФЕРЫ

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВОДЫ

Общие сведения. Геологическая деятельность воды чрезвычайно велика и многообразна. Вода в природе совершает постоянный и непрерывный круговорот; с поверхности суши и океанов она постоянно испаряется в атмосферу, а из атмосферы

западает в виде осадков на материки и в виде различных потоков устремляется в реки, моря и океаны.

Стекающие по земной поверхности атмосферные осадки элекают и переносят продукты выветривания, при этом проходит их сортировка: крупные обломки горных пород обычно остаются вблизи места их образования, и передвижение их на значительные расстояния возможно лишь при наличии бурных потоков; песок способен переноситься водой на большие расстояния, но при первом замедлении течения он, в силу тяжести своих частичек, быстро осаждается на дно, образуя песчаные наносы.

Каолинит же и глины, состоящие из мельчайших частичек, могут переноситься водой на огромные расстояния. Вследствие этого конечными пунктами их переноса являются обычно моря, океаны и вообще всякие водные бассейны, где имеются налицо все условия для длительного осаждения взмученных в воде частиц.

Такого рода перенос различных продуктов выветривания по поверхности суши атмосферными водами называется смыvанием.

Смывание и перенос текущими водами продуктов выветривания сопровождается одновременно разрушением почв и земных пластов, их размыванием, или эрозией. Чем круче склоны и чем больше текущей воды, тем энергичнее совершается процесс смывания и размывания. В сильной степени оказывается влияние эрозии в холмистых и гористых областях, лишенных растительного покрова, где водные потоки из атмосферных осадков, размывая почву и горные породы, уносят с собой не только мельчайшие частички, но даже и крупные валуны.

Эрозия причиняет огромный ущерб сельскому хозяйству и борьба с этим явлением имеет большое значение.

Сильнейшим препятствием для развития эрозионной деятельности воды является растительность.

Поэтому в местах с ненарушенным природным растительным покровом, независимо от рельефа, эрозия проявляется слабо или вовсе не проявляется.

Образование делювия и элювия. Небольшие временные ручейки, стекающие при таянии снега и после каждого дождя со склонов холмов и возвышенностей, систематически производят смывание и перенос мелких частичек суши в пониженные части рельефа. Но уже у подножия холмов большинство этих ручейков замедляет скорость течения, оставляя на поверхности земли значительную часть взмученных в них различного рода мелких частичек. Такие временные потоки на поверхности земной коры, возникающие при выпадении атмосферных осадков, называются делювиальными, а отлагаемые ими наносы у подножий

холмов и вообще по пониженным элементам рельефа получили название делювиальных отложений, или делювия. Делювиальные наносы обычно состоят из мелких и мельчайших частиц, и наличие крупных обломков в них встречается сравнительно редко.

Что же касается крутых склонов, а также перегибов рельефа, то там, в результате вымывания мелких глинистых частиц, остаются преимущественно более крупные элементы: песок, гравий, галька и камни, которые делювиальные воды не всегда



Рис. 4. Растущий овраг.

способны снести. Такого рода отмытые делювиальными потоками поверхностные слои земной коры или продукты выветривания, не подвергшиеся смыванию, а накапливающиеся на месте их образования, получили название элювия, или элювиальных пород.

Образование и рост оврагов. Процессы размывания нередко приводят к образованию углублений, в которых сосредотачиваются временно текущие воды; углубления далее постепенно превращаются в рвы, а последние с течением времени разрастаются в овраги (рис. 4).

Развитию оврагов в сильной степени способствуют всхолмленность рельефа, рыхлость пород и отсутствие или изреженность природного растительного покрова. Но нередко в качестве основной причины возникновения и развития оврагов высту-

иает нерациональное, хищническое воздействие человека на природу и, в частности, на почву.

Та часть оврага, где он начинается и где в него вливаются потоки с прилегающих склонов, называется вершиной, а окончание оврага — устьем. Во время таяния снега, а также после такого дождя овраги углубляются, развиваются в длину, разветвляются, и когда их глубина достигает уровня грунтовых вод, по дну иногда начинает течь постоянный ручеек или небольшая речка, продолжающая эрозионную работу временных потоков.

Овраги растут довольно быстро от устья кверху, врезаясь своей вершиной все дальше и дальше в окружающую местность по направлению к водоразделу. Но когда овраг достигает водораздела, он прекращает рост. Под влиянием боковых потоков стени такого оврага постепенно обваливаются, становятся более отлогими, частично покрываются растительностью, и овраг превращается в балку. Таким образом, в одних местах делювиальные потоки нивелируют местность, в других — расчленяют ее, создавая целую сеть рывчин, оврагов и балок.

Овраги в той или иной степени встречаются всюду, где местность имеет неровный, волнистый рельеф и лишена растительности, а земледелие носит неправильный, стихийный характер.

Подземные воды. Часть осадков, выпадающих из атмосферы, всегда просачивается в глубь земной коры.

Это просачивание воды особенно легко происходит там, где поверхностные слои земной коры сложены из таких хорошо водопроницаемых пород, как щебень, пески, супеси, галечники, трещиноватые известняки и т. д. Продвижение воды вглубь обычно идет до первого водонепроницаемого слоя; встретив на некоторой глубине земной коры водонепроницаемые пласти, состоящие из глины, мергеля, кристаллических сланцев и т. д., атмосферные воды задерживаются и, скопляясь в пустотах вышележащих водопроницаемых пород, образуют в недрах земной коры так называемые грунтовые воды.

В тех местах, где водонепроницаемый слой подходит близко к поверхности, лежащие поверх него грунтовые воды выходят наружу в виде ключей и источников.

Часть грунтовых вод может уходить в более глубокие слои земли, образуя так называемые артезианские воды. Это происходит в тех случаях, когда водопроницаемый водоносный слой обладает падением и уходит под другие пласти водонепроницаемых пород. Артезианские воды, испытывая большое гидростатическое давление, способны с напором подниматься по буровым скважинам кверху и давать фонтаны, нередко значительной силы.

Просачиваясь вглубь сквозь толщи горных пород, атмосферные воды производят большую работу: они выносят из горных

пород растворимые соединения до грунтовых вод, далее вместе с последними эти вещества поступают в ручьи и реки и, наконец, в озера, моря и океаны, где и откладываются в виде осадочных пород.

Просачивающиеся сверху воды, проникая в горные породы и в течение длительного времени растворяя и размывая их, образуют огромные подземные полости, или пустоты, которые называются пещерами. Размывание пластов в недрах земной коры происходит постоянно в широких размерах, поэтому и пещеры в ней встречаются очень часто.

В большинстве пещер имеются озера, ручьи и реки. Воды, текущие в недрах земной коры, размывают, растворяют пласти горных пород, увеличивая размеры пещер. В местах развития пещер очень часто происходят обвалы, сопровождающиеся образованием воронкообразных углублений на поверхности суши. Такого рода углубления или провалы в земной коре называются карстовыми воронками, а все явление в целом — карстом.

Карст встречается в различных частях СССР: в Крыму, на Кавказе, в Приуралье. В случае обвалов больших пещер происходят местные землетрясения, сопряженные нередко с катастрофическими последствиями.

В связи с просачиванием в горные породы атмосферных осадков или подземных вод довольно часто бывают оползни и обвалы. Оползни происходят в тех местах, где на покатый глинистый слой налегают какие-нибудь другие породы. Если на поверхность глинистых пластов просачиваются подземные воды, то с течением времени они настолько размягчают эти пласти, что выщелаживающие породы уже не в состоянии удержаться на них и начинают сползать вниз по склону сравнительно медленно и спокойно, не опрокидываясь. При горном обвале масса породы не сползает, а, опрокидываясь быстро, катастрофически низвергается к подошве склона. Горные обвалы нередко увлекают с собой миллионы кубических метров горных пород, которые, обрушиваясь на долины, засыпают иногда целые деревни, запрекают течение рек, засыпают озера и образуют новые, погребая под обломками людей и животных.

Работа рек. Большую работу по переносу продуктов выветривания горных пород совершают реки. Они вбирают в себя и переносят к морям и океанам всю ту массу взмученных и растворенных в воде частичек, которые сносятся с окрестности делювиальными и грунтовыми водами.

Перенос реками продуктов выветривания сопровождается одновременно размывающей, или эрозионной, их деятельностью. Всякая река, образуя долину в тех или иных породах, постепенно размывает их не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлениях.

Происходит это вследствие того, что реки обычно не текут прямолинейно, а образуют более или менее значительные изгибы. В связи с этим вода в реках, сохраняя силу инерции, поднимает на изгибах вогнутые берега и отходит от выпуклых. На этого вогнутый берег реки делается крутым и обрывистым, тогда как противоположный вследствие ослабления здесь течения заносится песком и становится отлогим. Очень сильно совершаются размывание берегов весной, во время половодья.

Паряду с размыванием берегов реки происходит размывание и углубление ее дна. Наибольшей эрозионной способностью обладает река в местах водопадов, где она, обладая огромной энергией, размывает даже самые твердые породы, нередко образуя при этом глубокие ущелья.

Как велик размыв суши реками, можно судить по следующим данным: Миссисипи ежегодно выбрасывает в море 311,5 млн. куб. м минеральных веществ, Ганг — 180, Дунай — 35, Хуанхэ — 472 млн. куб. м и т. д.

Взмученный материал, постепенно оседая в устьях рек, обращает с течением времени напосыпь острова, новые участки суши. Часть же переносимых реками взмученных веществ, особенно во время весеннего половодья, оседает по заливным берегам, или поймам рек. Все такого рода речные напосы получили название аллювия, или аллювиальных отложений. Аллювиальные напосы обычно отличаются хорошей сортировкой частиц и ясно выраженным слоистым строением.

Работа моря. Значительная часть переносимого речными водами растворенного и взвешенного материала поступает в моря и океаны. Поэтому в морях и океанах постоянно происходит отложение различных веществ, образующих новые пласти осадочных пород. В этом отношении моря играют созидающую роль в развитии земной коры. Но одновременно они производят и большую разрушительную работу. Морские волны, с силой ударяясь о берега, размывают и разрушают их, особенно в тех случаях, когда берега состоят из рыхлых пород, как, например, глина, мергель и др. Разрушению берегов в большой мере способствуют частые ветры и бури, во время которых возникают мощные волны. Под влиянием сильных ударов воли, действующих на протяжении длительного времени, не могут устоять даже самые прочные породы и слагаемые ими берега разрушаются. Эта разрушительная работа моря посит название морской abrasии.

Разрушение земной коры ледниками. Вода производит большие изменения в земной коре, находясь не только в жидком состоянии, но также и в твердом — в форме льда.

Геологической наукой теперь установлено, что все современные материки в прошлые геологические эпохи неоднократно покрывались сплошными толщами льда. Несколько раз в истории

Земли периоды оледенения, или ледниковые периоды, сменялись периодами, когда льды, в связи с потеплением климата, таяли и исчезали, а на освобожденных континентах вновь водворялась многообразная жизнь.

Обширную территорию на земной поверхности занимают ледники и в настоящее время. По новейшим подсчетам общая площадь, занятая ледниками, составляет 10% всей суши, причем около 0,5% ледниковой поверхности приходится на высокие горы и около 99,5% на полярные области. Ледник в Антарктиде, например, занимает площадь 13,9 млн. кв. км, а наибольшая толщина льда в нем достигает 4,2 км. Гренландский ледник занимает 2 млн. кв. км с мощностью льда в центральной части около 1,8 км.

В ледниках сконцентрирована огромная масса воды. Если бы растопить весь лед земного шара, то образующаяся вода подняла бы уровень мирового океана на 54 м.

Несмотря на то, что лед является твердым телом, он обладает способностью течь и изменять свое положение. Благодаря этой способности массы льда того или иного ледника не остаются на месте образования, а расползаются и двигаются в разные стороны.

При движении ледники производят большую разрушительную работу. На своем пути они выпахивают глубокие рытвины и котловины, срывают в горах скалы и разрушают горные породы, превращая их в груды обломков.

Обломки скал, щебень, выпахиваемые по пути различного рода осадочные породы в виде глины, песка и известняка включаются в толщу льда и переносятся на большие расстояния от первоначального места залегания.

Весь этот переносимый и откладываемый ледниками материал называется мореной. Когда ледник достигает области таяния, он образует впереди себя из принесенного материала конечную морену в виде высокого вала или холмов и гряд. В тех районах, где принос льда уравновешивался таянием и ледниковый край долго находился на одном месте, конечные морены достигают больших размеров. Кроме конечных морен, у долинных ледников различают еще боковые морены, образованные путем переноса и отложения рухляка по бокам движущейся массы льда, и донные морены, представляющие собой наносы из материалов, передвигающихся по дну ледника. Моренные отложения состоят главным образом из валунных глин, суглинков и песков.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АТМОСФЕРЫ

В переносе и сортировании продуктов выветривания горных пород, помимо воды и ледников, большое значение имеет ветер. Геологическая деятельность ветра наблюдается на земном шаре

пыли, но особенно сильно она проявляется в пустынях и сухих песчаных областях.

В условиях, где нет растительности, способной защищать поверхность суши от воздействия движущихся воздушных масс, ветер поднимает огромное количество мелких частиц в виде пыли и песка и уносит их на большое расстояние.

Одновременно с переносом легкого материала ветер производит и другую работу. Эта работа заключается в том, что ветер, подхватывая песок, с силой ударяет им о скалы и камни. Удары песчинок точат и сглаживают поверхность различных гор-



Рис. 5. Барханы в Кызылкуме (Средняя Азия).

ных пород. На них постепенно образуются борозды, углубления и даже сквозные пустоты.

При длительном действии ветра эта обтачивающая работа песчинок приводит к тому, что горные породы, в том числе и самые прочные, совершенно разрушаются и превращаются в мелкую рухляковую массу.

Все эти продукты разрушения горных пород приводятся ветром в движение, сортируются и перемещаются, в результате чего образуются так называемые ветровые, или эоловые, отложения.

На далекие расстояния ветром уносится главным образом только пыль; песок же, состоящий из более тяжелых частиц, гонится им на сравнительно небольшие расстояния, образуя при этом песчаные холмы — дюны или барханы (рис. 5). Благоприятные условия для образования барханов и дюн

имеются преимущественно в песчаных пустынях, а также на ровных берегах рек, морей и озер.

Особенно большого развития достигают песчаные холмы — барханы в пустынях, где они на первых стадиях образования имеют обычно полулунную форму, но в дальнейшем сливаются в длинные валы — барханные цепи, напоминающие как бы застывшие волны в огромном песчаном море.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

I. Изучение минералов по образцам

Для изучения необходим набор минералов: кварц, полевые шпаты (ортоклаз, анортит, альбит), слюды (мусковит, биотит), каолинит, бурый железняк, или лимонит, красный железняк, магнитный железняк, пирит, арсениопирит, каменная соль, сильвинит, карналлит, канинит, глауконит, апатит, фосфорит, вивиантит, кальцит, или известковый шпат, доломит, гипс.

По этим образцам изучают морфологические признаки минералов (минералы кристаллического сложения, минералы аморфные или скрытокристаллические, минералы в форме шаровидных конкреций, минералы в порошке) и физические их свойства (блеск, цвет, цвет тонкого порошка, твердость, спайность, излом).

Для определения твердости минералов применяется шкала твердости Мооса: 1) тальк, 2) гипс, 3) известковый шпат, 4) плавиковый шпат, 5) апатит, 6) ортоклаз, 7) кварц, 8) топаз, 9) корунд, 10) алмаз.

В практике полевого исследования нередко употребляются так называемые заменители твердости: мягкий карандаш — твердость около 1, ноготь — твердость 2—2,5, медная монета — 3—4, кусочек стекла — около 5, перочинный нож — около 6, напильник — около 7.

С помощью этих предметов можно с известным приближением определить твердость многих наиболее распространенных минералов.

Определение спайности и излома минералов производят с помощью молотка и лупы.

II. Изучение горных пород по образцам

Изучение горных пород в лаборатории производится по образцам, включающим набор горных пород: 1) магматических (граниты, сиенит, диорит, габбро, липарит, трахит, андезит, базальт); 2) осадочных (пески, песчаники, глина, лёсс, известняки, доломит, известковый туф, кремнистый туф, мел, мергель, трепел, конгломерат, брекчия, щебень, галька, дресва); 3) метамор-

физических (гнейс, глинистый сланец, кристаллические сланцы, кварцит, мрамор).

Для определения горных пород необходимы геологический молоток, карманная лупа, 10-процентный раствор соляной кислоты. Определение горных пород производится по внешним признакам, при этом главное внимание обращают на их строение (зернистое, порфировое, плотное, пористое, полосчатое, сланцеватое, волокнистое, раковистое, обломочное, землистое), на входящие в их состав минералы, на твердость преобладающих минералов, цвет и оттенок породы и ее происхождение (магматическая, осадочная, метаморфическая).

Карбонатность породы обнаруживается при помощи 10-процентного раствора соляной кислоты; для этого капельницей насыщают на породу раствор соляной кислоты и определяют интенсивность вскипания: чем богаче порода карбонатами, тем резче обнаруживается вскипание. Бескарбонатные породы не вскипают.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ПРОЦЕССЫ ОБРАЗОВАНИЯ МАТЕРИНСКИХ ПОРОД

ПРОЦЕССЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Разнообразные рыхлые породы, составляющие поверхностные слои земной коры, образовались в результате длительных и сложных изменений первичных, или магматических, массивных кристаллических горных пород.

Не подлежит никакому сомнению, что земная кора на первых стадиях остывания земного шара состояла исключительно из массивных магматических пород.

Но какой бы ни была прочной на первый взгляд массивно-кристаллическая кора, образовавшаяся на поверхности Земли в результате остывания огненно-жидкой массы, она начала разрушаться и изменяться с момента ее возникновения, послужив первоисточником всех существующих на Земле разнообразных рыхлых пород.

Совокупность процессов, вызывающих разрушение горных пород, объединяется общим термином выветривание.

В зависимости от характера и причин разрушения горных пород различают физическое и химическое выветривание.

Физическое выветривание. Главными факторами физического выветривания являются колебания температуры, действие замерзающей воды, ветер и др. Горные породы, входящие в состав кристаллической земной коры, в большинстве случаев состоят из самых различных по своим свойствам минералов: одни из этих минералов нагреваются быстрее, другие — медленнее; одни при нагревании расширяются больше, другие — меньше.

Отсюда становится совершенно понятным, что при каждом нагреве солнцем массивная порода начинает давать трещины по линиям спайки слагающих ее минералов, отдельные кристаллы начинают обособляться друг от друга, расшатываться, выпадать, образуя рыхлую, раздробленную массу, или рухляк. Дальнейшее выветривание рухляка приводит к еще большему его дроблению и измельчению. Таким путем массивная горная порода может распадаться на очень мелкие частички, приобретая при этом новые свойства: проницаемость для воды и воздуха и способность удерживать влагу (влагоемкость).

В такой же степени процессу физического выветривания подвергаются и породы однородного состава. Большую роль в этом процессе играет малая теплопроводность горных пород. В связи с этим различные части горных пород под влиянием солнечных лучей разогреваются неравномерно: наружные слои нагреваются больше, внутренние — меньше. При неравномерном же нагревании происходит и неравномерное расширение, а это обстоятельство неизбежно приводит к постепенному растрескиванию

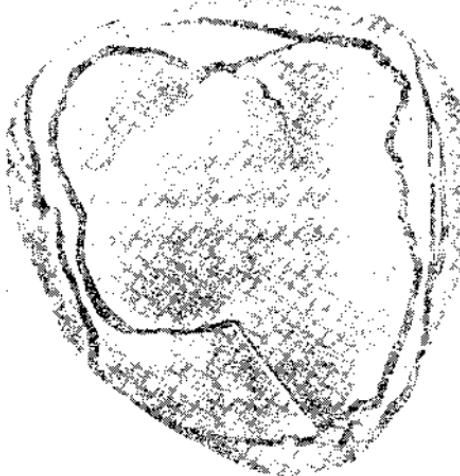


Рис. 6. Скорлуповатые поверхностные слои термического выветривания на валуне.

породы (рис. 6). Такого рода физическому, или механическому, разрушению в высшей степени способствует вода, тем или иным путем попадающая в образовавшиеся в горной породе трещины. Вода при замерзании увеличивается на $\frac{1}{11}$ своего объема и с громадной силой давит на стенки трещин, вследствие чего горная порода раскалывается и распадается на куски.

Разрушение горных пород под действием замерзающей воды называется морозным выветриванием. Оно особенно интенсивно протекает в высокогорных областях и полярных странах.

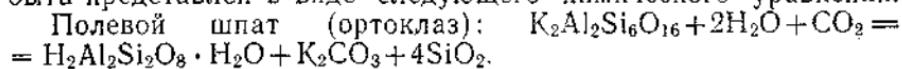
Химическое выветривание. Наряду и неразрывно с физическим выветриванием горных пород в природе происходит химическое выветривание. Под химическим выветриванием понимают разрушение и изменение горных пород под влиянием главным образом химических процессов. Под действием этих процессов образуются новые продукты, качественно отличные по составу и свойствам от разрушающейся породы. Главнейшими факторами,

заболонливающими этого рода выветривание, являются: вода, углекислый газ и кислород воздуха. При этом самым энергичным фактором химического выветривания является вода, служащая прежде всего растворителем горных пород. Необходимо здесь же заметить, что в воде способны растворяться все, без исключения, горные породы. Абсолютно нерастворимых минеральных тел вообще нет в земной коре. Но деятельность воды не ограничивается только растворением пордообразующих минералов. Вода, насыщенная углекислотой, обладает еще способностью энергично химически разлагать сложные горные породы, образуя новые соединения. В этом отношении значение воды в разрушении горных пород огромно.

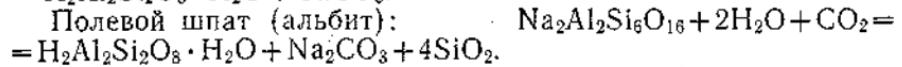
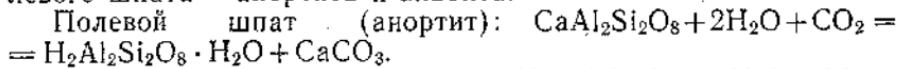
Рассмотрим в качестве примера выветривание под действием воды и углекислоты весьма распространенной горной породы — гранита.

Гранит, имеющий в природе несколько разновидностей, состоит главным образом из кварца, полевого шпата и слюды.

Пример химического выветривания полевого шпата может быть представлен в виде следующего химического уравнения.



Приведем примеры выветривания других разновидностей полевого шпата — анортита и альбита.



Таким образом, в результате выветривания алюмосиликатов получается ряд новых разнообразных соединений, кремнезем (SiO_2), поташ (K_2CO_3), углекислая известняк (CaCO_3), сода (Na_2CO_3) и каолинит ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$). К каолиниту обычно при выветривании примешиваются другие различные вещества: крупинки кварца, железистые соединения и т. д.; в этом случае он носит название обыкновенной глины.

Превращение полевых шпатов в каолинит называется также процессом каолинизации.

В дальнейшем и каолинит под действием воды распадается на гидрат окиси алюминия (боксит) и опал: $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O} + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Процесс распада каолинита на опал и боксит называется бокситовым, или латеритным, выветриванием.

Аналогичным же способом, как и полевой шпат, каолинизируется и другая составная часть гранита — слюда.

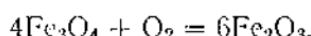
Что же касается кварца, выпадающего при физическом выветривании гранита, то этот минерал настолько инертный, стойкий в отношении химического изменения, что в обычных природных условиях мало поддается воздействию воды и углекислого

газа и дальнейшее его изменение сводится главным образом только к дроблению и измельчению его в песок под влиянием колебаний температуры.

Таким образом, выветривание гранита, являющегося наиболее распространенной первичной горной породой, входящей в состав массивной магматической земной коры, приводит к образованию на земной поверхности самых разнообразных продуктов выветривания, или вторичных пород.

Большое значение при химическом выветривании имеет также кислород воздуха как окислитель, способный переводить одно минеральное соединение в другое.

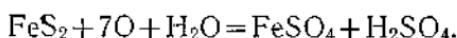
Простейшим примером непосредственного присоединения кислорода может служить весьма распространенный случай перехода магнетита в красный железняк, или гематит:



Гематит, будучи малоустойчивым, в дальнейшем легко превращается в результате присоединения воды, или гидратации, в различные гидраты окиси железа:



Наглядным примером влияния кислорода на изменение состава и свойств различных минералов может служить реакция превращения пирита, или серного колчедана, в сернокислую соль железа с образованием при этом свободной серной кислоты:



Соль FeSO_4 , будучи нестойкой, легко переходит далее в гидраты окиси железа, а серная кислота, реагируя с основаниями окружающих минералов и пород, может служить источником образования различных сульфатов.

Таким образом, химическое выветривание, сопровождающееся разрушением горных пород и образованием новых разнообразных соединений, обусловливается самыми различными химическими процессами.

К сказанному следует добавить, что при выветривании основных пород (базальт, габбро, перidotит и др.) получаются продукты, состоящие главным образом из глины, углекислых солей кальция и магния и гидратов окиси железа. Что же касается кварцевого песка, то он или совсем отсутствует в этих продуктах или же образуется, но в очень ничтожном количестве.

Иного состава получаются продукты при выветривании кислых пород (гранит и др.); характерной их особенностью является то, что здесь, наряду с глиной, углекислыми солями

иляя, натрия и кальция, в большом количестве образуется пегматит, состоящий из обломков кварца и ортоклаза.

При выветривании средних пород, например сиенита, шорита, андезита и др., получаются различные продукты, обычно содержащие мало песка.

Получающиеся в результате процессов выветривания продукты редко остаются на месте их образования. Как правило, все они под влиянием тех или иных факторов уносятся с места их возникновения и откладываются в других, часто весьма отдаленных пунктах, где, скопляясь в большом количестве, образуют всевозможные так называемые осадочные породы.

Все эти рыхлые отложения залегают в самой поверхностной части земной коры и являются именно теми породами, на которых непосредственно развиваются современные почвы нашей страны. В связи с этим все поверхностные рыхлые породы получили название материнских, или почвообразующих.

ОСНОВНЫЕ ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ ПОРОДЫ

Все многообразие почвообразующих пород, встречающихся на территории нашей страны, можно свести к следующим основным группам: 1) ледниковые отложения, 2) флювиогляциальные отложения, 3) озерно-ледниковые отложения, 4) озерные отложения, 5) аллювиальные отложения, 6) озерно-аллювиальные отложения, 7) пролювиальные отложения, 8) элювиальные образования, 11) эоловые отложения, 12) лёссы.

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

Все виды морен представлены различными валунными отложениями, т. е. глинями, суглинками, супесями и песками, содержащими в большем или меньшем количестве валуны, беспорядочно распределенные в массе породы, разнообразные по составу и величине.

Ледниковые отложения занимают всю северную и центральную часть нашей страны. Происхождение их относится к ледниковой эпохе и связано с деятельностью трех ледников: Лихвинского, Днепровского и Валдайского. От начала Валдайского оледенения, оставившего мощные морены Валдайской гряды, прошло около 90 000 лет; от начала Днепровского — 200 000 лет и от начала Лихвинского оледенения — 450 000 лет.

Централами оледенений, откуда льды распространялись на обширные равнинные территории, были Скандинавские горы,

где мощность льда достигала 3—4 км, затем Северный Урал, Новая Земля, Таймыр, Алтай, Саяны, Становой и Яблоновый хребты и другие горы Сибири.

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. Флювиогляциальные отложения являются продуктом аккумулятивной деятельности потоков талых вод, образующихся в результате таяния ледника. Они 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 занлры, 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, и наличие более или менее крупных валунов.

К флювиогляциальным отложениям тесно примыкают так называемые покровные суглинки, отличающиеся отсутствием слоистости и тонкостью материала. Эти суглинки обычно рассматривают как отложения временных мелководных приледниковых разливов талых вод.

Озерно-ледниковые отложения. Сюда относятся осадки, отложившиеся на дне приледниковых озерных бассейнов, заполнивших плоские понижения в рельефе и подпруженных краем ледника; они развиты преимущественно в равнинных районах. К типичным озерно-ледниковым отложениям принадлежат так называемые горизонтально-слоистые ленточные глины. Однако среди них встречаются также пески и супеси со слабо выраженной, но все же более или менее горизонтальной слоистостью.

Озерные отложения. Озерные отложения, древние и современные, отличаются от озерно-ледниковых, во-первых, отсутствием типичной «ленточной» слоистости, во-вторых, приуроченностью большей частью к древним и современным озерным котловинам. Образовались они, как указывает само их название, в бассейнах озер.

Озерные отложения весьма разнообразны: глины или пески, галечники, сапропели, диатомиты и т. д.

Аллювиальные отложения (лат. alluvio — нанос). К группе аллювиальных отложений относятся наносы, образующиеся в устьях и по долинам рек и речек, преимущественно во время весеннего половодья. Характерной особенностью этих отложе-

ний является ясно выраженное слоистое строение. В зависимости от тех или иных природных условий образования аллювиальные наносы могут быть самого различного состава: песчаные, суглинистые, глинистые и т. д.

Озерно-аллювиальные отложения. Данная категория пород, как указывает само название, 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.

Пролювиальные отложения (лат. *proluvium* — смывание). Под пролювием понимают отложения временных горных потоков в виде несортированного или плохо сортированного валунно-галечно-щебневатого материала. Пролювиальные отложения весьма сильно развиты у подножий гор; здесь каждое, даже небольшое, ущелье имеет свой «конус» выносов. Сливаясь вместе, эти выносы обычно образуют подгорные равнинные полосы, нередко значительной величины.

По механическому составу пролювий весьма неоднороден. Вблизи горных хребтов, как правило, в нем преобладает грубый хрящево-щебенчатый материал, по мере же удаления от подножия гор щебневатые наносы делаются мельче и постепенно переходят в пески и суглинки нередко лессовидного облика.

Элювиальные образования (лат. *eluere* — мыть). К элювиальным образованиям относятся различные продукты выветривания и распада 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 облика 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 элюзии является тесная связь с подстилающей материнской породой и постепенность переходов к ней, что сказывается как в соответствующей окраске, так и минералогическом составе элювиальных образований.

Делювиальные отложения (лат. *dehuere* — смыть). В тесной связи с элювиальными образованиями находятся делювиальные отложения. Последние являются результатом смытия продуктов выветривания дождевыми и талыми водами вниз по склону возвышенностей.

Делювиальные отложения могут обладать уже некоторой сортировкой материала и даже отчетливой слоистостью, обычно параллельной склону. Состоят они обычно из мелких и мельчайших частичек, и наличие крупных обломков в них встречается сравнительно редко.

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

Элювио-делювиальные образования. Во многих случаях в природе элювиальные и делювиальные отложения залегают совместно, вследствие чего разграничить их друг от друга бывает весьма затруднительно. Тогда этим породам дают смешанное название — элювио-делювиальных образований. Приурочены они обычно к гористым и холмистым местностям.

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

К несомненно эоловым отложениям относятся песчаные накопления, распространенные в пустынных и полупустынных областях и образующие характерные формы рельефа — барханы, бугристые пески и т. п., по которым в основном и удается определить их эоловое происхождение.

В других географических зонах к эоловым образованиям относятся также различные аккумулятивные формы (материковые, морские, речные дюны и т. п.), сложенные песками, перевевавшимися в недалеком прошлом при иных климатических условиях или подвергающимися перевеванию и в настоящее время, нередко в результате деятельности человека.

Помимо морфологии, эоловые отложения отличаются от иных образований хорошей сортировкой материала и характерной диагональной слоистостью.

Лёссы. Что касается современных наших южных и юго-восточных степных областей, то здесь на обширной территории в ледниковый период длительное время происходило громадное накопление лёсса и лёссовидных суглинков, отличающихся рядом характерных свойств: мелкоземистостью, рыхлостью, пористостью и, самое существенное, большим содержанием в них карбонатов кальция и магния.

В вопросе о происхождении лёссовых отложений до сих пор нет единого прочно установленного взгляда. Образование этих пород объяснялось разными исследователями по-разному.

Но несомненно одно, что в образовании лёссов принимали участие многие факторы — ветер, вода, своеобразные климатические условия и др.

Таковы наиболее распространенные почвообразующие горные породы, на которых развиваются современные почвы в нашей стране.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

I. Изучение основных почвообразующих пород по образцам

Ознакомление в лаборатории с наиболее распространенными почвообразующими породами производится при помощи коллекции, в которой должны быть представлены: моренные отложения (валунные глины, суглинки, супеси, пески), покровные суглинки, ленточные глины, аллювиальные отложения, лёссовые суглинки, лёссы и разнообразный набор образцов местных почвообразующих пород.

Наиболее полное представление о почвообразующих породах в данной местности учащиеся получают в природной обстановке во время экскурсии в поле.

II. Изучение почвообразующих пород в природной обстановке

Изучение почвообразующих пород обычно производится на естественных геологических обнажениях по обрывистым берегам рек и оврагов, где земные пласти, будучи размыты водами, выходят непосредственно наружу. При отсутствии естественных обнажений необходимо вырыть яму глубиной не менее 3 м, по отвесной стенке которой изучают и описывают слои почвообразующей породы, ее происхождение, механический состав (глина, суглинок, супесь), мощность, карбонатность (или бескарбонатность), наличие или отсутствие валунов, окраску.

Весьма существенно при этом изучить также характер и происхождение подстилающих пород, залегающих глубже почвообразующих пород, т. е. изучить геологическое строение местности.

Изучение почвообразующих пород и геологического строения местности сопровождается измерением толщины пластов (при помощи рулетки или метра) и их зарисовкой в тетрадь. После изучения геологического профиля берут образцы как почвообразующих так и подстилающих пород. Величина образцов не более $5 \times 6 \times 12$ см. Собранные образцы идут на пополнение геологической коллекции в техникуме или в местном музее.

Для изучения почвообразующих пород и геологического строения местности в природной обстановке необходимы: железная лопата, молоток, перочинный нож (для определения твердости горных пород и минералов), карманная лупа, рулетка (или метр), мешок для образцов, оберточная бумага, тетрадь, 10-процентный раствор соляной кислоты, с помощью которой определяют карбонатность (или бескарбонатность) пород.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

ГЛАВА ПЯТАЯ ПРОЦЕССЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПОЧВ

ОБЩАЯ СХЕМА ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

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

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 растений, составляющих одно из важнейших условий плодородия почвы, 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 магматических горных породах. Накопление зольной и азотной пищи в поверхностных горизонтах почвообразующей породы происходит в результате жизнедеятельности зеленых растений и микроорганизмов.

Началом процесса почвообразования в прямом значении этого слова необходимо считать тот момент, когда на продуктах выветривания горных пород поселяются растительность и микроорганизмы.

С этого момента материнская порода становится почвой — природным телом, обладающим рядом присущих ему определенных качеств, самым существенным из которых является плодородие.

Огромная роль в развитии почв принадлежит прежде всего растительности. Пронизывая корнями почвообразующую породу, растения извлекают из ее нижних горизонтов питательные вещества и закрепляют их в синтезированном органическом веществе. После минерализации отмерших частей растений заклю-

ченные в них зольные элементы и азот отлагаются в верхнем горизонте почвообразующей породы, создавая тем самым благоприятные условия питания для новых поколений растений. Следующие поколения растений извлекают из глубоких горизонтов материнской породы (почвы) в верхние новые количества питательных веществ. Так, в результате постоянного синтеза (создания) и разрушения органического вещества в верхних горизонтах почвы осуществляется наиболее важное ее свойство — накопление, или концентрация, элементов зольной и азотной пищи для растений.

Наряду с этим в процессе превращения растительных остатков в почве всегда образуется то или иное количество органического вещества, или перегноя, придающего ей ряд благоприятных физических свойств.

В процессе распада органического вещества почвы выделяются органические кислоты, которые, воздействуя на материнскую горную породу, усиливают ее выветривание. Наконец, сами растения в процессе жизнедеятельности выделяют корнями различные кислоты, под влиянием которых труднопроницаемые минеральные соединения частично переходят в растворимую, а следовательно, и усвояемую растениями форму. Характерной особенностью почвообразования является постоянно совершающиеся в поверхностных слоях измельченных горных пород процессы синтеза и разрушения органического вещества, процессы перехода минеральных соединений в органические и обратно — органических в минеральные.

Именно в этом двустороннем процессе перехода одной формы вещества в другую заключается специфическая сущность почвообразования.

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

В природном же проявлении почвообразования мы встречаем весьма сложный комплекс процессов, развертывающихся на фоне этой схемы.

В любом почвенном образовании паряду с биологическими постоянно протекают физические, химические и физико-химические процессы, а также процессы взаимодействия продуктов разрушения и синтеза с минеральной частью почвы. Но в этом сложном комплексе взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов ведущее, основное значение всегда имеет биологический процесс. Без биологического процесса нет почвообразования, а следовательно, нет и почвы.

Все многообразие явлений в почвообразовании теснейшим образом связано с развитием растительности, животного мира и микроорганизмов.

Отсюда можно дать следующее определение понятия «почва». Почвой называется рыхлый поверхностный слой зем-

ной коры, который видоизменен и продолжает непрерывно изменяться под воздействием биологических, химических и физических процессов и который, в отличие от горной породы, обладает существенным качеством — плодородием.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПРИРОДЕ

Почва представляет среду, где постоянно совершаются процесс синтеза и разрушения органического вещества, непрерывный круговорот элементов зольной и азотной пищи в системе: почва — растение.

Оба процесса неразрывно связаны, составляя в совокупности малый, или биологический, круговорот зольной и азотной пищи растений. Благодаря этому круговороту в почве постоянно концентрируются элементы пищи растений и поддерживается плодородие, или производительная способность, а в связи с этим и осуществляется возможность бесконечного проявления жизни на Земле.

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 веществ из почвы в ручьи, реки, моря и океаны, где эти вещества и откладываются в виде различных пород.

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

Очевидно, что для поддержания почвенного плодородия на высоком уровне необходимо создавать такие условия, при которых биологический круговорот веществ получал бы наиболее полное выражение, а геологический круговорот ограничивался в своем проявлении.

Биологический круговорот зольной и азотной пищи растений лежит 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.

Чем выше урожай возделываемых культур, тем больше возвращается в почву органического вещества после использования этого урожая в животноводстве. При высокой культуре земледелия биологический круговорот веществ между почвой и возделываемыми растениями может систематически пополняться новым количеством питательных элементов. Мощным средством

в этом отношении является внесение органических и минеральных удобрений, которые улучшают почвы и создают реальные возможности для неограниченного роста урожая.

ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Роль природных условий. На развитие почвообразовательного процесса самое непосредственное влияние оказывают те 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: почвообразующие породы, растительность и животный мир, климат, рельеф местности и возраст почв.

Почвообразующие породы. Все существующие почвы произошли из горных пород, поэтому в процессах почвообразования последние принимают самое прямое и непосредственное участие.

Большое значение имеет прежде всего химический состав горной породы. Чем богаче по химическому составу почвообразующая порода, тем лучше по своим качествам будет сформированная на ней почва, и наоборот.

Большое значение в почвообразовании имеют также и физические свойства материнской породы. Плотность породы, пористость, теплопроводность — все эти свойства самым непосредственным образом оказывают влияние на характер протекающих почвообразовательных процессов.

На огромном пространстве Советского Союза встречается большое разнообразие почвообразующих пород. Наиболее цennыми из них являются богатые карбонатные лёссы, лёссовидные суглинки и вообще карбонатные породы.

Несколько менее цennыми будут бескарбонатные суглиники, занимающие значительное место среди других отложений в пределах СССР. Весьма богатыми породами являются также аллювиальные суглинки, залегающие по долинам рек и речек.

Примером бедных материнских пород могут служить кварцевые пески, занимающие значительные площади в отдельных частях страны. Почвы, образовавшиеся на таких песчаных наносах, отличаются обычно низким естественным плодородием.

Нельзя не отметить еще группы пород, изобилующих растворимыми солями; эти породы являются продуктами отложения давно высохших морских бассейнов или озер, в чем и кроется одна из причин их солености. Соленосные породы иногда небольшими массивами встречаются в Средней Азии, а также

в южном Заволжье. Совершенно естественно, что и почвы, образовавшиеся на этих породах, отличаются большим содержанием легко растворимых солей.

Растительность и животный мир. Растительность является ведущим фактором почвообразования. С растительностью связана аккумуляция питательных элементов в верхних горизонтах почвы, а также накопление перегноя, имеющего большое значение в плодородии почвы.

Растительные остатки в почве являются необходимым питательным материалом и важнейшим условием развития многих почвенных микроорганизмов.

Наконец, благодаря кислым корневым выделениям растения усиливают процесс выветривания трудно растворимых минеральных веществ и тем самым способствуют образованию в почвенной толще легкоподвижных соединений.

Все это является результатом прямого влияния растительности на почвообразовательный процесс.

Помимо того растения оказывают еще и косвенное влияние на процесс почвообразования.

В этом отношении необходимо отметить роль растительного покрова как фактора, способного изменять климатические условия на самых незначительных пространствах.

Наряду с растительностью существенную роль в почвообразовании играет животный мир, главным образом, личинки различных насекомых, муравьи, а в особенности земляные черви, которые, измельчая органические остатки и пропуская их вместе с минеральными частицами почвы сквозь пищеварительный аппарат, производят часто весьма глубокие изменения их химических и физических свойств.

О значении в почвообразовательном процессе населяющих почву животных говорит, например, тот факт, что одни лишь земляные черви способны пропустить ежегодно через свой организм до 10 т почвенной массы на участке 1 га.

Такие животные, как кроты, мыши, суслики и пр., проделывая в земле различные ходы и смешивая органические вещества с минеральными, заметным образом повышают водо- и воздухопроницаемость почвы, что, несомненно, усиливает и ускоряет процессы разложения растительных остатков в ней.

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.

Климат. Большое влияние на развитие почвообразовательных процессов имеет климат. 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 почвенных 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 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, способны накапливаться в верхних слоях почвы, приводя к ее засолению.

Климатические условия оказывают самое непосредственное влияние на химические, физические и физико-химические процессы в почве, в одном случае усиливая их, в другом — замедляя. Климатические условия в различных частях Советского Союза неодинаковы. Поэтому и почвообразовательные процессы в разных климатических зонах протекают в разных направлениях, приводя к возникновению весьма разнообразных почв.

Рельеф местности. К числу важнейших факторов почвообразования относится рельеф, т. е. характер земной поверхности. Различают два основных типа рельефа: макрорельеф и микрорельеф.

Под макрорельефом подразумевается общий рельеф поверхности отдельных более или менее обширных участков, иногда с весьма большими колебаниями в вертикальном направлении. Микрорельеф — это рельеф малых площадей, обычно со слабыми неровностями, едва заметными высотными колебаниями, которые зачастую измеряются долями метра.

В качестве переходной формы между макро- и микрорельефом различают еще мезорельеф, напомная под этим термином рельеф часто чередующихся, иногда довольно глубоких западин и повышенных участков.

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 несколькими 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 распределение атмосферных осадков, тепла и света всюду будет одинаковым; наоборот, большая пестрота в этом отношении наблюдается в гористой или холмистой местности.

Пониженные участки, котловины и западины всегда в большей мере увлажнены, чем склоны и повышения; южные склоны получают больше тепла и света, чем северные. Таким образом, особенности рельефа местности изменяют характер воздействия климата на процесс почвообразования.

Такого рода преломление климатических элементов в конкретных условиях рельефа той или иной местности создает микроклиматы, т. е. климаты на самых незначительных участках: в ложбинах, по склонам, вершинам и т. д.

Возраст почв. Природный процесс почвообразования имеет определенную протяженность во времени. Поэтому существенное значение в жизни и эволюции почв имеет их возраст.

Необходимо различать абсолютный и относительный возраст почв.

Под абсолютным возрастом почв разумеется 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, следовательно, материнские породы данной местности стали претерпевать процессы почвообразования, тем больший возраст будут иметь 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. Примером сравнительно старых почв на обширной территории Советского Союза могут служить черноземы южных степей: здесь почвы уже развивались тогда, когда вся северная часть страны была еще покрыта мощными льдами в ледниковый период. Совершенно очевидно, что почвообразовательный процесс на пространстве, скованном льдами, начался лишь с момента ухода ледника, а отсюда ясно, что возраст наших северных почв значительно меньше по сравнению с южными почвами.

Еще более молодыми по возрасту являются почвы северных окраин Советского Союза, наиболее поздно освободившихся как от ледникового покрова, так и от морских вод, затопивших эти участки в одну из межледниковых эпох. И, наконец, совсем молодыми почвами будут почвы, формирующиеся на современных аллювиальных отложениях по долинам рек, на отмелях и других породах, образующихся в результате периодического смыва и наноса.

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, создающими разные направления и скорость биологических и геологических процессов на разных участках абсолютно одновозрастной территории.

При наличии этих условий темп и качество почвообразовательного процесса на отдельных участках данной территории будут неодинаковы, и почвенный покров в связи с этим будет представлен здесь почвами на разных стадиях развития.

Различие в стадиях развития почв на одной общей территории, имеющей одинаковый абсолютный возраст, называется 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. Влияние природных факторов на процесс почвообразования осуществляется не изолированно, не оторванно друг от друга, а в тесной взаимосвязи и взаимодействии. Они влияют не только на почву, но и друг на друга. Кроме того, сама почва в процессе развития оказывает определенное влияние на факторы почвообразования, вызывая в каждом из них те или иные изменения.

Ведущим фактором почвообразования, как уже указывалось выше, является растительность. Растительность и почва образуют единую, неразрывную систему.

Без растительности почва в такой же мере немыслима, как и наземные растения без почвы.

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., влечет за собой смену растительности.

Таким образом, результаты взаимодействия растительных группировок и почвенной среды неодносторонни, они выражаются не только в изменениях почвенной среды, но и в изменениях самих растительных группировок. В зависимости от условий почвенной среды эти группировки высших растений постепенно накапливают сумму таких изменений, которые приводят к смене самой растительной группировки.

Так, постоянно изменяясь, приобретая новые свойства и качества, постепенно развивается почва в природных условиях. С момента же вовлечения целинных земель в культуру на первое место выступает производственная деятельность человека, способная решительным образом изменять направление почвообразовательного процесса и свойства почв.

Производственная деятельность человека. Пути и способы воздействия человека на почву весьма многообразны. Механическая обработка, удобрения, создание полезащитных лесных полос, осушение, орошение — все это такие мероприятия, которые могут изменить как направление почвообразовательных процессов, так и качества почв. На разных этапах развития общества роль и значение человека в этом отношении были различны.

При примитивном земледелии влияние человека на почвенный покров сказывалось в результате главным образом раскорчевки и выжигания лесов и распашки целинных земель.

Стихийное уничтожение лесов, особенно при пожарах, охватывавших огромные пространства, не могло не отразиться в той или иной степени на почвообразовательных процессах. 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 сильной степени ухудшивших водный режим почв; удаление лесов приводило вместе с тем к усилению размывающего действия атмосферных осадков, к образованию и росту оврагов и смыву в реки и моря поверхностной, наиболее плодородной части почвы.

Не менее отрицательный характер носила при примитивном земледелии распашка целинных земель степных пространств. Низкая агротехника, присущая тому периоду земледелия, заключавшаяся в плохой обработке, отсутствии удобрений и пр., обусловливала систематическое истощение почв, понижение их плодородия.

Внедрение капитализма в сельское хозяйство в дореволюционной России не только не уменьшило, но, наоборот, усилило отрицательное влияние человека на почвенный покров. Стремление капиталистов получить наибольшую наживу в кратчайший срок за счет эксплуатации рабочих, наличие аренды и конку-

ренции, стремление выжать из почвы все, что она в состоянии дать, ничего в нее не вкладывая или же вкладывая слишком мало, — исключали в условиях капитализма возможность рационального ведения земледелия, а следовательно, и применения научных достижений, которые в большом количестве выдвигала далеко шагнувшая вперед агрономия.

Капитализм не только не способен организовать планомерную работу по улучшению почв, но и не в состоянии предотвратить хищническое использование их естественного плодородия.

Неограниченные возможности в деле улучшения качества почв, повышения их производительности открываются в условиях социалистического строя. Неопровергнутым подтверждением тому служит Советский Союз.

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, повсеместное введение правильных севооборотов как основы рационального использования земли — все это служит 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 обусловливается характером социально-экономического строя страны, а следовательно, и уровнем развития производительных сил общества.

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Народнохозяйственное значение почвы, как основного и всеобщего средства производства, определяется ее существенным качеством — плодородием.

Под плодородием почвы необходимо понимать способность ее производить урожай растений. Чтобы быть плодородной, почва должна обладать достаточным количеством пищи и постоянным запасом воды, необходимыми для питания растений. Плодородие почвы качественно отличает ее от бесплодного камня и других природных тел, не способных обеспечить жизненную потребность растений в двух факторах их существования — воде и пище.

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 (т. е. скрытым, непроявляющимся); оно может в должной степени проявиться только в результате агротехнических воздействий на почву. Огромным потенциальным плодородием обладает, например, луговой торфяник; после осушения и освоения на нем получают очень высокие урожаи 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 обрабатываемых ранее человеком земельных участках.

Искусственное плодородие создается 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 естественноисторического тела.

Естественное и искусственное плодородие неразрывно связаны между собой. Решить для каждого конкретного случая, какая, например, часть современного плодородия определенной культурной почвы относится к ее естественному плодородию и какая — к искусенному, невозможно. Одно лишь несомненно, что чем длительнее подвергалась та или иная почва культурной обработке и чем совершеннее была применявшаяся к ней агротехника, тем больше изменились первоначальные качества почвы 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 окультуренного участка.

Эффективное плодородие, как реальное выражение искусственного и природного плодородия вместе взятых, предста-

вляет собой результат воздействия человека на почву 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 говорит: «...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 потому и изменяется вместе с этим уровнем развития» *.

Другими словами: «С развитием естественных наук и агрономии изменяется и плодородие земли, так как изменяются средства, при помощи которых элементы почвы делаются пригодными для немедленного использования» **.

При правильной системе агротехнических воздействий почва постоянно улучшается, повышает 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 ли можем составить представление» ***.

Таким образом, плодородие почвы есть свойство не постоянное, а все время изменяющееся.

В то же время необходимо отметить, что в капиталистических странах до сих пор еще имеет хождение реакционный, выдуманный буржуазными учеными так называемый «закон убывающего плодородия», согласно которому каждая добавочная затрата труда или средства производства на одном и том же участке земли дает все меньший и меньший прирост урожая.

Реакционную лженаучную сущность этого «закона» впервые вскрыл и разоблачил В. И. Ленин в работе «Аграрный вопрос и «критики» Маркса».

В этой работе В. И. Ленин показал, что основной довод буржуазных ученых в защиту «закона убывающего плодородия земли» «...представляет из себя бессодержательнейшую абстракцию, которая оставляет в стороне самое главное: уровень техники, состояние производительных сил» ****.

«Итак: «закон убывающего плодородия почвы» вовсе не применим к тем случаям, когда техника прогрессирует, когда спо-

* К. Маркс. Капитал, т. III. Госполитиздат, 1950, стр. 664.

** Там же, стр. 783.

*** К. Маркс. Теория прибавочной стоимости, т. II, ч. 1. Партиздат ЦК ВКП(б), 1936, стр. 221.

**** В. И. Ленин. Соч., т. 5. Госполитиздат, 1950, стр. 93.

собы производства преобразуются; он имеет лишь весьма относительное и условное применение к тем случаям, когда техника остается неизменной» *.

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» **.

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» ***.

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» ****.

Капиталисты и прямые прислужники буржуазии выдумали этот «закон» для того, чтобы оправдать существование капитализма и доказать, что первопричиной неразрешимых классовых противоречий капиталистического общества, причиной разорения и нищеты масс является не капиталистический способ производства, а естественный «закон убывающего плодородия почвы».

Многочисленные опыты показывают, что урожай 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 факторы жизни растений безусловно равнозначимы и ни один из них не может быть заменен никаким другим.

Ф. Энгельс еще в 1844 году писал: «Производительные силы, находящиеся в распоряжении человечества, неизмеримы. Производительность земли может быть бесконечно повышена приложением капитала, труда и знания» *****.

* В. И. Ленин. Соч., т. 5. Госполитиздат, 1950, стр. 94.

** Там же, стр. 93.

*** Там же, стр. 93.

**** Там же, стр. 93.

***** К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. II, 1931, стр. 312.

Это глубоко научное положение марксизма получает подтверждение в производственной практике нашего социалистического земледелия.

Применяя современную систему земледелия и новейшие достижения науки, совхозы и колхозы нашей Родины добились выдающихся успехов, которые развеяли в прах лженаучные, реакционные «теории» убывающего плодородия.

Большое значение в этом отношении имеют замечательные достижения многочисленных передовиков социалистического сельского хозяйства. Получая ежегодно мировые рекорды урожая различных культур, они неопровергнуто на деле доказали возможность безграничного повышения плодородия совхозных и колхозных полей.

Этот опыт социалистического земледелия неопровергнуто свидетельствует о том, что ни в природе растений, 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 всегда могут с избытком удовлетворить потребности в сельскохозяйственных продуктах всего населения земного шара, сколько бы ни увеличивалась общая его численность.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ПЕРЕГНОЙНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ

РОЛЬ ЗЕЛЕНЫХ РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВООБРАЗОВАНИИ

Группы организмов, участвующих в процессе почвообразования. Почвообразование — биологический процесс, и в его развитии принимают непосредственное участие самые различные группы зеленых растений и микроорганизмов.

Основное значение в почвообразовании имеют зеленые растения. Зеленые растения подразделяются на деревянистые и травянистые.

Характерной особенностью деревянистых 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 утолщения стебля, ветвей и корней. У травянистых однолетних растений вегетационные органы обычно существуют только один год, и растение ежегодно целиком отмирает, за-

исключением лишь созревших семян; у многолетних травянистых растений остаются подземные побеги с узлами кущения, корневища и т. д., из которых на следующий год развивается новая надземная часть растения, с новой корневой системой.

Все части большинства деревянистых растений пропитаны дубильными веществами и очень часто смолами, которые способны предохранять эти растения от разрушения их бактериями. В отличие же от деревьев травянистая растительность, за небольшим исключением, не содержит дубильных веществ, благодаря чему остатки этой группы растительности легко подвергаются в почве бактериальному разложению.

Кроме того, между этими группами растений существуют еще и другие различия. Так, все деревянистые растения откладывают в течение года отмершие листья, хвою, ветки, побеги и пр., главным образом на поверхности почвы. В почвенной же толще на протяжении года деревья оставляют сравнительно незначительную часть мертвого органического вещества, поскольку их корневая система является многолетней.

Травянистые же растения, у которых ежегодно отмирают все надземные вегетативные органы и частично корни, откладывают мертвое органическое вещество как на поверхности почвы, так и в ее массе на различной глубине.

Далее, травянистая растительность в свою очередь может быть подразделена на две группы: луговую и степную.

Луговая растительность, к которой относятся луговая тимофеевка, ежа, мятыник, овсяница, лисохвост, различные клевера и другие многолетние травы, отмирает ежегодно в начале зимы с наступлением устойчивых морозов.

Степная растительность отмирает большей частью летом. К этому времени степная флора обычно полностью заканчивает цикл развития и дает жизнеспособные семена. Остатки растений попадают в условия, противоположные тем, в которых оказывается органическая масса луговой растительности в момент отмирания. Глубокой осенью, к моменту отмирания луговой растительности, все промежутки почвы, как правило, заполнены водой, в связи с чем доступ воздуха в почву полностью прекращен. В аналогичных же условиях оказываются луговые растения и в весенний период, когда почва оттаивает; в этот момент количество воды в почве достигает максимального содержания, а количество воздуха снижается до минимума. Разложение органических остатков вследствие этого идет без доступа воздуха.

Но как бы ни отличались друг от друга по тем или иным особенностям отдельные группы зеленых растений, основное значение их в почвообразовании всегда сводится к синтезу органического вещества из минеральных соединений. Органическое же вещество, играющее в плодородии почвы большую роль, может быть создано только зелеными растениями.

Наряду с зелеными растениями большую роль в почвообразовательном процессе играют микроорганизмы. Это преимущественно одноклеточные, лишенные хлорофилла организмы, которые, будучи неспособны к непосредственному усвоению солнечной энергии, в подавляющем большинстве приспособились черпать необходимую им энергию за счет разложения уже готовых органических веществ, созданных высшими, или зелеными растениями.

Таким образом, деятельность микроорганизмов противоположна деятельности зеленых растений: в то время как последние синтезируют органическое вещество из минеральных соединений, воды и углекислоты, низшие организмы разлагают это органическое вещество на его составные части, используя выделяющуюся при этом энергию для жизнедеятельности.

Микроорганизмы имеют широчайшее распространение в природе. Они встречаются не только в почве, но и в воздухе, на высоких горах, на голых скалах и в пустыне, в глубинах Ледовитого океана и т. д.

Наиболее же широкое распространение имеют микробы в почве. Почва представляет природную среду, где для нормального развития микроорганизмов имеются в наличии все необходимые условия.

Развитие микроорганизмов в почве тесно связано с органическим веществом: чем богаче почва растительными остатками, тем больше содержится в ней микробов.

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

В 1 г дерново-подзолистых почв нередко содержится 300—400 млн. бактерий; в 1 г каштановых почв — 1—1,5 млрд. особей; в черноземах, отличающихся высоким содержанием органического вещества, количество микроорганизмов достигает 2—3 млрд. в 1 г почвы, а иногда нескольких десятков миллиардов.

Микроорганизмы неравномерно распределены в почвенной толще. Как правило, наиболее богаты микробами поверхностные горизонты почвы в пределах примерно 30—40 см, с углублением число микробов становится все меньше и меньше, и на значительной глубине они встречаются в ничтожном количестве. Большое влияние на распределение микрофлоры в почвенной среде оказывает корневая система растений. Корни растений постоянно выделяют во внешнюю среду различного рода органические и минеральные соединения, служащие хорошим источником питания для микроорганизмов; в прикорневой зоне растений обычно имеются более благоприятные условия влажности и притока воздуха, необходимого для дыхания микроорганизмов. Эта прикорневая зона называется ризосферой. В ризосфере число микробов в десятки и сотни, а иногда и тысячи раз

больше, чем вне зоны корней. Микробы покрывают корневую систему растений почти сплошным слоем. Обилие микрофлоры в ризосфере, а также и во всей почвенной толще играет большую роль в развитии почвенного плодородия.

Микроорганизмы, разлагающие органические остатки в почве, разделяются на три основные группы: 1) аэробные бактерии, 2) анаэробные бактерии и 3) грибы.

Аэробные бактерии — это микроорганизмы, которые могут жить и размножаться только в условиях свободного доступа воздуха, т. е. в аэробных условиях. Недостаточный доступ воздуха угнетающее действует на жизнедеятельность этих бактерий, а прекращение доступа свободного кислорода вызывает гибель.

Анаэробные бактерии в отличие от первых развиваются в отсутствии свободного кислорода, т. е. в условиях анаэробных. Будучи живыми организмами, бактерии и грибы могут интенсивно развиваться только при определенных температурных условиях, при соответствующей влажности и реакции среды.

Большое значение для жизнедеятельности микроорганизмов имеет прежде всего температурный режим.

Как при низкой, так и при очень высокой температуре жизнедеятельность микроорганизмов или очень незначительна, или же совсем не проявляется. Минимальная температура, при которой возможна жизнедеятельность большинства почвенных микробов, равна приблизительно +3°. Ниже этой температуры развитие их обычно прекращается. Максимальная температура около +45°. Что же касается оптимальной температуры, то она находится чаще всего в пределах 20—35°.

Влияние температуры на жизнедеятельность микроорганизмов тесно связано с влажностью. Влага в такой же степени необходимый фактор для развития микробов, как и тепло. Наибольшей интенсивности достигают процессы разложения обычно при влажности почвы около 20—30 %. В соответствии с этим и разложение растительных остатков в природе протекает на протяжении года неравномерно. Наиболее энергично разложение совершается чаще всего в первую половину лета, когда тепловые условия и влажность находятся в наиболее благоприятном сочетании. В жаркие же летние месяцы, когда почва сильно пересыхает, жизнедеятельность микроорганизмов снижается, и процесс разложения сводится к минимуму. Замедляется также разложение по мере уменьшения тепла в осенний период, и, наконец, с наступлением морозов этот процесс совсем прекращается.

Что же касается реакции среды, то различные группы микроорганизмов предъявляют к ней различные требования. Так, все бактерии, как аэробные, так и анаэробные, могут развиваться только в нейтральной, слабокислой или слабощелочной среде. Кислая реакция действует на бактерии угнетающе. Силь-

ным препятствием для жизнедеятельности бактерий являются также дубильные вещества, содержащиеся в древесной растительности.

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

Растительные формации с точки зрения почвоведения. Различные группы зеленых растений и микроорганизмы, являющиеся основным фактором почвообразования, тесно сожительствуя между собой, образуют определенные природные комбинации, названные акад. В. Р. Вильямсом растительными формациями.

Основные растительные формации наземных растений таковы: 1) деревянистая растительная формация, слагающаяся в основном из сожительства деревянистых зеленых растений, грибов, актиномицетов и анаэробных бактерий;

2) луговая травянистая растительная формация, в которой сожительствуют луговые травянистые зеленые растения, аэробные бактерии и в резко выраженным преобладании анаэробные бактерии;

3) степная травянистая растительная формация, состоящая в основном из степных травянистых зеленых растений и преимущественно аэробных бактерий;

4) пустынная растительная формация, состоящая в основном из хемотрофных бактерий, водорослей, бактерий обоих типов и грибов.

В связи с этим разложение органических остатков различных растительных формаций осуществляется по-разному. В одном случае разложение органических веществ вызывается жизнедеятельностью главным образом грибов, в другом — бактерий.

Так, деревянистые остатки в лесу разлагаются при господствующем участии плесневых грибов. Бактерии несколько слабее развиваются здесь вследствие того, что древесная масса содержит дубильные вещества и имеет кислую реакцию.

Бактерии обычно включаются в процесс разложения деревянистых остатков после того, как грибы разрушают дубильные вещества, которые задерживают развитие многих групп бактерий.

Для грибного разложения здесь условия благоприятны и в том отношении, что упругие деревянистые остатки лежат на поверхности почвы рыхлым слоем, и поэтому приток кислорода воздуха к ним не ограничен. Существенной особенностью грибного разложения древесных растительных остатков является образование в значительном количестве креновой кислоты, которая играет большую роль в развитии дерново-подзолистых почв.

Органические остатки луговой травянистой растительности разлагаются в природе главным образом анаэробными бактериями.

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

Точно так же, благодаря анаэробным процессам, постепенно образуются значительные скопления торфа в болотах и на заболоченных почвах, широко распространенных в северной и центральной частях нашей страны. В отличие от лугов отмершие остатки степных растений разлагаются большей частью аэробными бактериями.

Процесс аэробного разложения всяких органических веществ совершается быстро.

ОБРАЗОВАНИЕ ПЕРЕГНОЙНЫХ ВЕЩЕСТВ КАК ВАЖНЕЙШЕЙ СОСТАВНОЙ ЧАСТИ ПОЧВЫ

Состав почвенного перегноя. Отмирая, все растительные и животные организмы подвергаются процессам разложения, конечной стадией которых является полная минерализация.

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

Одновременно с минерализацией органических веществ в почве идет и процесс гумификации, т. е. процесс образования гумуса, или перегноя.

Почвенный перегной в отличие от других продуктов разрушения и превращения органических веществ характеризуется значительной устойчивостью против разложения и дальнейших изменений и в силу этого способностью к накоплению в почве.

Являясь наиболее существенной, но и наиболее сложной составной частью почвы, в значительной степени определяющей ее плодородие, перегной давно привлек внимание многих исследователей различных стран.

Почвенный перегной изучается на протяжении почти 200 лет. Однако вопрос о природе почвенного перегноя, его образовании и свойствах до последнего времени еще полностью не разрешен. Главная трудность, стоящая на пути изучения перегноя, заключается не только в большой сложности его состава, но и в трудности выделения его в чистом виде из почвы, минеральная часть которой тесно связана с органическим веществом.

Акад. В. Р. Вильямс полагал, что главная масса почвенного перегноя представляет собой не промежуточный продукт раз-

ложении органических остатков, как это ранее трактовалось рядом ученых, а продукт жизнедеятельности — синтеза гумифицирующих бактерий и грибов. Он также полагал, что в состав перегнойных кислотами, поскольку они имеют кислую реакцию и дают соединения с металлами. Кислоты эти следующие: ульминовая, гуминовая и креновая.

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. Щелочные металлы (калий, натрий), а также аммоний дают с ульминовой кислотой соли, растворимые в воде. Соли же щелочноземельных металлов этой кислоты (кальция, магния), а также полуторных окислов железа и алюминия нерастворимы 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 высыпывании и замерзании переходит в модификацию — гумин, т. е. в клейкое коллоидальное вещество, уже нерастворимое в воде.

Соли калия, натрия и аммония гуминовой кислоты растворимы в воде; соли же кальция, магния, железа и алюминия в воде нерастворимы.

Гумин и соли гуминовой кислоты разрушаются аэробными бактериями и грибами. Ульминовая и гуминовая кислоты, превращаясь при замерзании и высыпывании в ульмин и гумин, а также переходя в нерастворимые соединения с различными металлами, кроме щелочных, накапливаются в почве и придают ей бурый и черный цвет. Чем богаче та или иная почва гуминовыми соединениями, тем более черную окраску она приобретает.

Креновая кислота. Образуется в процессе аэробного грибного разложения деревянистых растительных остатков, обладает сильно кислой реакцией, бесцветна и легко растворима в воде.

Креновая кислота не денатурируется ни при каких условиях, т. е. не переходит без изменения состава в нерастворимое 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 аэробными бактериями образуется апокреновая, или осадочно-ключевая,

кислота, она несколько менее растворима в воде, чем крепкая.

Согласно новейшим исследованиям в настоящее время в составе почвенного перегноя различают две группы соединений: 1) гуминовые кислоты (включающие и ульминовые кислоты) и 2) креновые кислоты (включающие и апокреновые кислоты), или фульвокислоты.

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

Гуминовые кислоты содержат около 52—62% углерода, 31—39 кислорода, 2,5—5,8 водорода и 2,6—5,1% азота; кроме того, в их состав в весьма малых количествах входят P, S, Fe, Si, Al и ряд других элементов.

Креновые кислоты отличаются от гуминовых кислот несколько пониженным содержанием углерода и более повышенным количеством кислорода и водорода; в их состав входит 44—50% углерода, 42—48 кислорода, 4,5—6 водорода и 2,5—5,5% азота.

Соотношение гуминовых и креновых кислот в разных почвах неодинаково: в дерново-подзолистых почвах и красноземах, например, больше содержится креновых кислот, в черноземах — больше гуминовых кислот.

Химический состав перегноя непосредственно сказывается на качестве почв. Наиболее благоприятными свойствами обладают почвы в том случае, когда в составе перегноя преобладают гуминовые кислоты.

Наряду с образованием перегноя микроорганизмы также синтезируют органическое вещество внутри своих клеток из растворимых соединений, поступающих извне. После отмирания клетки микроорганизмов остаются в почве.

Таким образом, под понятием органического вещества почвы разумеется весьма сложный комплекс разнообразных соединений, включающий в себя: 1) неразложившиеся и слабо разложившиеся растительные и животные остатки, 2) белок тела живых и мертвых микроорганизмов, 3) почвенный перегной, или гумус, 4) различные промежуточные продукты распада органических остатков, 5) трудно разлагающиеся составные части растений, как, например, дубильные вещества (смолы, лигнин и др.), и, наконец, 6) вещества, образовавшиеся в результате химического взаимодействия между продуктами разложения органических остатков 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 на долю перегноя в большинстве случаев приходится наибольшее количество от всех содержащихся в почве органических соединений. Так, например, содержание перегноя в процентах от общего количества органического вещества в дерново-подзолистых почвах составляет 60—70, в луго-болотных 70—80, в черноземных 80—90.

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

Производственное значение перегнойных веществ почвы. Перегнойные вещества имеют большое значение в развитии почв и их плодородия. Претерпевая при разложении ряд весьма сложных и разнообразных превращений, они постепенно минерализуются и обогащают почву элементами зольной и азотной пищи.

Перегнойные вещества почвы являются, таким образом, важнейшим источником образования в почве минеральных питательных веществ, составляющих необходимое и основное условие плодородия всякой почвы. Но значение и роль органических соединений почвы этим не исчерпываются.

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

Органические вещества являются важнейшим фактором, обуславливающим образование 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 растений.

Одна из главных составных частей перегноя — гуминовая кислота оказывает стимулирующее действие на рост и развитие растений.

Органическое вещество в почве является питательным материалом, а следовательно, и необходимым условием для 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 важную роль в накоплении питательных для растений соединений.

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

Накопление органических веществ в почве осуществляется различными путями: внесением органических удобрений, приме-

нением зеленого удобрения и др.; после каждого снятия урожая любой культуры в почве остаются корневые остатки, которые, разлагаясь, частично также превращаются в перегной.

Регулирование же сохранения и потребления питательных элементов в почве производится путем соответствующих изменений условий разложения органических веществ.

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 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, систематическое обогащение почв органическим веществом является актуальнойнейшей задачей агротехники.

Особенности аэробного и анаэробного процессов разложения органического вещества почвы. В соответствии с двумя главнейшими типами микроорганизмов — аэробами и анаэробами различают и два основных типа разложения органических веществ: аэробный и анаэробный. Аэробный процесс разложения вызывается жизнедеятельностью грибной микрофлоры и аэробных бактерий, анаэробный процесс — жизнедеятельностью анаэробных бактерий.

Оба эти процесса протекают во всякой почве одновременно, но в зависимости от характера почвенных условий в одном случае будут преобладать аэробные процессы, в другом анаэробные.

В рыхлых, хорошо проветриваемых почвах всегда преобладает аэробный процесс.

Наоборот, в почвах уплотненных, тяжелых или заболоченных, с сплошным залеганием органического вещества неизбежно будут доминировать анаэробные процессы.

Во всякой почве в верхних ее частях, куда свободнее проникает воздух, имеют место главным образом аэробные процессы, в нижних же слоях с затрудненным газообменом — анаэробные. Больше того, в каждом отдельном, более или менее уплотненном комочеке почвы могут одновременно протекать оба процесса: внутри комочка анаэробный, в поверхностных частях — аэробный.

Разложение органических веществ в зависимости от окружающих условий протекает неодинаково: в аэробных условиях оно идет быстро, в анаэробных — медленно.

Существенное различие этих двух типов разложения сказывается и на образующихся при этом конечных продуктах распада.

Так, при аэробном разложении всегда получаются продукты вполне окисленные, как, например, вода, угольная, азотная, фосфорная, серная и другие кислоты, которые, реагируя с основаниями, дают различные соли, идущие на питание растений; при анаэробном же процессе, протекающем в бескислородной среде, образуются различного рода неокисленные соединения, такие, например, как метан, фосфористый водород, сероводород, аммиак, закись железа и др., большинство из которых является ядовитым для корней культурных растений.

Кроме того, аэробный процесс сопровождается выделением большого количества тепловой энергии; анаэробный же протекает без заметного повышения температуры.

Благоприятные условия для культурных растений могут быть созданы в почве только при одновременном развитии и сочетании аэробного и анаэробного процессов.

Благоприятное сочетание обоих процессов возможно только в рыхлых, хорошо проветриваемых почвах.

ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВ КАК ОТРАЖЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ

Морфологические признаки почв. Всякая почва в своем развитии приобретает ряд внешних или морфологических признаков, которыми она заметным образом отличается от материнской породы.

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

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 отвесным стенкам изучают профиль почвы.

Строение почвы. Если мы сделаем почвенный разрез в поле, например, на территории Калининской области, то первое, что нам бросится в глаза при рассмотрении почвенного профиля, это определенная расчлененность почвенной толщи на несколько слоев, или горизонтов (рис. 7).

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

Формирование почвенных горизонтов связано с передвижением различных веществ по почвенной толще.

В зависимости от климатических условий и направления движения водных растворов эти вещества могут передвигаться по почвенному профилю вниз и вверх. В верхнем слое почвы всегда происходит образование и накопление органических веществ. Поэтому верхний горизонт почвы называется перегнойно-аккумулятивным (аккумуляция — накопление) или просто перегнойным, или гумусовым, горизонтом. Но наряду с аккумуляцией перегноя в верхних слоях почвы под влиянием просачивающейся влаги имеет место и процесс выноса в нижние горизонты минеральных и органических соединений.

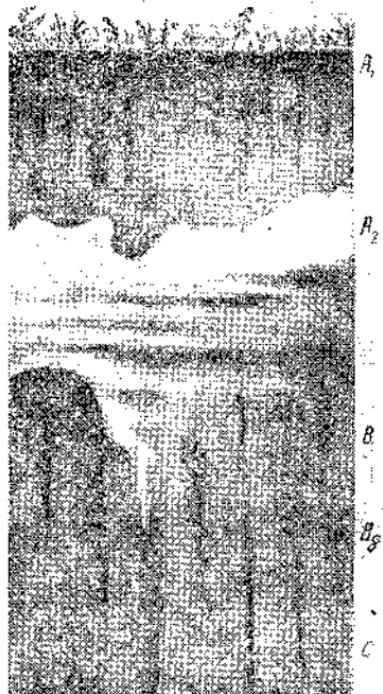


Рис. 7. Схема строения дерново-подзолистой почвы.

водными растворами соединения, именуемые иллювиальными (лат. илюо — вмываю) горизонта. 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 книзу сменяется материнской породой.

Перечисленные горизонты, составляющие и характеризующие профиль почвы и ее строение, при описании почв получают еще сокращенные условные обозначения из заглавных букв латинского алфавита.

Поэтому верхнему горизонту почвы дают еще название перегнойно-элювиального (лат. eluege — мыть) горизонта, с целью подчеркнуть ту особенность, что в этом горизонте одновременно с накоплением гумуса идет и 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.

Следующий слой почвы, в котором скапливаются приносимые нисходящими и восходящими

водными растворами соединения, именуемые иллювиальными (лат. илюо — вмываю) горизонта. 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 книзу сменяется материнской породой.

Перечисленные горизонты, составляющие и характеризующие профиль почвы и ее строение, при описании почв получают еще сокращенные условные обозначения из заглавных букв латинского алфавита.

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

При наличии в почве заметно выраженного элювиального горизонта последний обозначают буквой A_2 , а гумусовый слой — A_1 . Пахотный слой обозначают A_h .

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

Кроме того, на участках под лесом на поверхности почвы обычно имеется лесная подстилка из опавших листьев, хвои, веток и т. д. Слой лесной подстилки обозначается знаком Ао.

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

В некоторых почвах нередко имеют место восстановительные, или глеевые, процессы, выражающиеся в появления в почвенном профиле сизоватых или грязно-синеватых пятен. Оглеенные пятна являются весьма существенными морфологическими признаками, указывающими на длительный застой избыточной влаги в почве. Глеевые процессы обозначаются латинской буквой g, которая пишется рядом с буквенным обозначением горизонта. Так, например, если восстановительные процессы обнаружены в материнской породе, то тогда этот горизонт обозначается знаком Сg; если в иллювиальном, то буквой Вg, а элювиальном A_2g 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. При агрономической оценке почв по морфологическим признакам важно учитывать мощность отдельных горизонтов. По мощности почвенных горизонтов можно в известной степени судить о содержании в них тех или иных веществ. Так, например, наличие мощного перегнойного горизонта говорит о значительном развитии аккумуляции и слабом процессе вымывания, а следовательно, о богатстве почвы питательными веществами. С другой стороны, наличие в профиле почвы резко выраженного элювиального горизонта свидетельствует об интенсивном процессе выщелачивания; поэтому, чем мощнее развит горизонт A_2 , тем беднее почва, тем ниже ее производственная ценность.

Окраска почвы и отдельных ее горизонтов. Большое значение при морфологическом изучении почв приобретает цвет, или окраска, почвы и ее отдельных горизонтов.

Почвы по окраске отличаются большим разнообразием.

Все разнообразие окраски почв можно свести к комбинации и сочетаниям главным образом трех основных тонов: черного,

красного и белого. При этом важнейшими соединениями, определяющими черный цвет почв, являются перегнойные вещества.

При различном содержании гумуса почва приобретает различное окрашивание: при 10—12% перегноя она имеет ясновыраженный черный цвет; при содержании 4—6% гумуса почва получает серую, каштановую или темно-бурую окраску. При уменьшении содержания перегноя почва приобретает окраску, свойственную почвообразующей породе.

Красный цвет почвы обусловливается наличием в ней соединений водной окиси железа ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). При значительном содержании окиси железа почва имеет красную, ржавую или красно-бурую окраску; при небольшом — желтую или оранжевую.

Что же касается белой окраски почвы, то она может обуславливаться значительным содержанием 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 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Сизоватое окрашивание вызывают соединения закиси железа ($\text{FeO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$), которые образуются в почвах в условиях избыточного увлажнения и недостаточной аэрации. Почвы, которые окрашены в сизоватые тона, носят название глеевых, или оглеенных. Что же касается окраски материнских пород, то она также в зависимости от состава и происхождения пород значительно варьирует. Отметим здесь окраску лишь наиболее распространенных почвообразующих пород. Так, валунные и безвалунные суглиники и глины характеризуются чаще всего красно-буровой окраской, пески и супеси имеют обычно желтоватый и, реже, желтый цвет; для лессовых и лессовидных пород характерна палевая окраска.

Сложение почвы и отдельных ее горизонтов. Сложение почвы и отдельных ее горизонтов, т. е. внешнее выражение порозности и плотности почвы, зависит как от свойств материнской породы, на которой сформировалась данная почва, так и от структурных свойств почвы. Отметим наиболее часто встречающиеся в природе типы сложения: рассыпчатое, рыхлое, плотное и весьма плотное, или слитное, сложение.

Рассыпчатое сложение свойственно главным образом лишенным перегноя песчаным почвам, у которых отдельные частички совершенно несцепментированы или же настолько мало скомпактированы, что при малейшем механическом воздействии на них они распадаются на отдельные составляющие их элементы, т. е. обладают сыпучестью.

Рыхлое сложение присуще суглинистым и глинистым почвам с хорошо выраженной структурой, отдельные агрегаты которой мало скомпактированы друг с другом, а также песчаным и супесчаным почвам, заметно обогащенным гумусом.

Плотное сложение свойственно большинству суглинистых и глинистых почв, особенно иллювиальным их горизонтам, где вследствие обогащения илистыми частицами, вынесенными из верхних слоев, цементация почвенных частичек достигает большой прочности.

Очень плотное, или слитное, сложение является характерным свойством связных глинистых бесструктурных почв главным образом нижних их горизонтов, отдельные частички которых чрезвычайно плотно прилегают друг к другу, 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.

Таким образом, сложение почв является весьма важным свойством, 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, средняя, тяжелая.

Почвенная структура и механический состав почв. При агрономической оценке почв первостепенное значение имеют их структура и механический состав. Определение в поле почвенной структуры и механического состава производится обычно на глаз при выкапывании земли из ямы.

Включения и новообразования. Включения представляют собой 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. Таковы, например, соединения углекислой извести, железа, марганца или же легко растворимых солей, скопляющихся в самых различных видах, чаще всего в иллювиальном горизонте (B), в результате вымывания их из верхних горизонтов или же поступления их снизу с грунтовыми водами.

Значение включений при изучении почв состоит в том, что по ним можно до некоторой степени ориентироваться в вопросе о возрасте почв, о происхождении материнских пород, и, что очень важно, о их химических свойствах. Так, например, по наличию гранитных валунов в почве можно судить о ледниковом происхождении материнской породы, по включениям в виде

обломков известняка устанавливают карбонатность породы и почвы.

Что же касается новообразований, то при полевом изучении почвы они имеют большое значение как признаки, по которым часто можно определить характер и направление почвообразовательных процессов, а также судить и об условиях происхождения почвы.

Так, например, нахождение в пллювиальном горизонте (В) черноземных почв углекислой извести в виде «белоглазки», «жегернинцы» или «журавчиков» свидетельствует о вымывании карбонатов кальция и магния из верхних горизонтов и скопления их в более глубоких. В то же время по глубине залегания этих новообразований можно судить и об интенсивности процесса выноса из верхних горизонтов в нижние; чем ближе к поверхности почвы обнаружены скопления углекислой извести, тем меньше, очевидно, данная почва подвержена промыванию, и, наоборот, глубокое скопление карбонатов говорит о значительном количестве выпадающих осадков, о более глубоком промывании почвы.

Выделения окисных соединений железа (и марганца) встречаются чаще в дерново-подзолистых почвах. Эти соединения скапливаются в почвенной толще то в виде «бобовин», то в виде охристо-ржавых пятен или полос, то в виде «ортштейнов», образующих иногда сплошные, непроницаемые для воды, весьма прочные прослойки большой мощности.

Значительные скопления окисных соединений железа, марганца, алюминия и других металлов в иллювиальном горизонте свидетельствуют о сильном промывании и выщелачивании верхних горизонтов почвы.

Скопления окисных соединений, придающие почве сизовое окрашивание, присущи исключительно оглеенным болотным и заболоченным почвам.

Выделения аморфного кремнезема (SiO_2) чаще наблюдаются в элювиальном горизонте дерново-подзолистых почв.

Ряд различного рода новообразований является характерным для почв степных засушливых районов. Так, скопления легко растворимых солей (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 , Na_2SO_4) в виде белых выцветов и налетов в почвенной массе и на ее поверхности свойственны засоленным почвам, солончакам.

В почвах засушливых областей нередко встречаются и выделения гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) белого цвета в виде отдельных кристаллов или друз, достигающих иногда значительной величины.

К числу новообразований, встречающихся в почвах, следует также отнести различного рода «копролиты» — экскременты червей и личинок насекомых в виде структурных комочек, затем кротовины, червоточины и прочие следы животного проис-

хождения, по которым иногда можно судить о прежних условиях почвообразования.

Так, например, 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 дает возможность судить о самых разнообразных свойствах почвы, имеющих как научное, так и практическое значение.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И ИХ БИОДИНАМИКА

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД И ПОЧВ

Понятие о механическом составе почвообразующих пород и почв. Всякая почвообразующая порода, как продукт выветривания 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, состоит из минеральных частиц 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 оценке почв определение их механического состава, а также механического состава почвообразующей породы имеет большое практическое значение.

Для точного определения механического состава в лабораториях применяется тот или иной способ механического анализа, основанный на принципе отмучивания в стоячей или текущей воде частичек различного диаметра и на просеивании почвы на специальных ситах с отверстиями различных диаметров.

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

Наиболее распространенным способом механического анализа почв в целях получения отдельных частиц механических фракций следует признать пипеточный метод.

Классификация механических элементов, разработанная Н. А. Качинским, такова (в мм): камни — крупнее 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.

В практике очень часто несколько упрощают эти подразделения, объединяя несколько фракций в одну группу; так, например, частицы менее 0,01 мм объединяют в группу под названием физической глины, а крупнее 0,01 мм — в группу физического песка.

Терминами «физический» песок и «физическая» глина подчеркивается, что в данном случае имеется в виду не химический и минералогический состав частиц, а оттеняются лишь их свойства в зависимости от величины.

Каждая из приведенных выше механических фракций характеризуется определенными физическими свойствами. Так, например, механические элементы крупнее 2,0 мм почти не обладают капиллярной способностью.

Песок из частиц от 1 до 0,05 мм обладает значительной водопроницаемостью, заметной влагоемкостью и капиллярными свойствами.

Пыль (0,05—0,001 мм) характеризуется высокой капиллярностью и частицы этих фракций уже обнаруживают способность к свертыванию под воздействием различных электролитов, т. е. растворов солей и кислот.

Ил, состоящий из частиц размером от 0,001 мм и меньше, придавая почвообразующей породе связность и пластичность, обладает способностью сворачиваться под влиянием электролитов в еще большей степени.

Обладая различными физическими свойствами, отдельные механические фракции почв отличаются в то же время и различным химическим составом (табл. 1).

Из таблицы видно, что химический состав в заметной степени меняется в зависимости от величины минеральных частиц: чем крупнее они, тем больше содержится в них таких инертных веществ, как SiO_2 и, наоборот, по мере уменьшения размеров механических элементов химический состав их заметно усложняется и содержание в них таких элементов, как фосфор, кальций, магний, железо увеличивается.

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 частицы составляют наиболее ценную часть

почвы, в которой сосредоточены запасы многих необходимых для растений питательных зольных элементов.

Таблица 1
Химический состав (в процентах) механических элементов лёсса и подзолистой почвы
(по А. Н. Соколовскому)

Размер частичек (мм)	CO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅
Лёсс . .	Меньше 0,001	10,11	38,98	24,85	14,00	5,10
	0,005—0,01	5,29	62,21	17,34	7,65	2,03
	0,01—0,25	3,15	77,42	10,68	4,81	1,01
Подзол . .	Меньше 0,001	0,03	56,66	32,19	3,44	2,31
	0,005—0,01	0,90	79,12	12,29	1,23	—
	0,01—0,25	—	89,36	—	1,13	—

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

Классификация почв по механическому составу. Классификация почв по механическому составу производится обычно на основании соотношения двух фракций: физической глины и физического песка.

При этом придерживаются следующих градаций (по Качинскому), приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Классификация почв по механическому составу

Содержание физической глины (частичек меньше 0,01 мм, в процентах)		Содержание физического песка (частичек больше 0,01 мм, в процентах)		Nазвание почвы по механическому составу
дерново-подзольственные почвы	степные почвы	дерново-подзольственные почвы	степные почвы	
0—5	0—5	100—95	100—95	Песчаная рыхлая
5—10	5—10	95—90	95—90	Песчаная связная
10—20	10—20	90—80	90—80	Супесчаная
20—30	20—30	80—70	80—70	Суглинистая легкая
30—40	30—45	70—60	70—55	Суглинистая средняя
40—50	45—60	60—50	55—40	Суглинистая тяжелая
50—70	60—70	50—30	40—30	Глинистая легкая
70—80	70—80	30—20	30—20	Глинистая средняя
Больше 80	Больше 80	Меньше 20	Меньше 20	Глинистая тяжелая

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 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, вследствие чего и сама почва будет менее ценной, менее производительной. Однако, точно 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 разработан. 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. Обладая достаточным количеством глинистых частичек, эти почвы являются вместе с тем сравнительно легкими при их обработке, 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 в сельскохозяйственном производстве почвы с любым механическим составом могут стать благоприятными для выращивания культурных растений.

С механическим составом почв в значительной степени связана их поглотительная способность.

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ

Значение поглотительной способности почв. Развитие почвообразовательного процесса сопровождается накоплением в почве элементов зольной и азотной пищи для растений.

Накопление в почве элементов питания растений связано с поглотительной способностью почв.

Под поглотительной способностью почв разумеется способность почвы поглощать и удерживать растворенные и взмученные в воде твердые вещества, а также газы. 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 зависимости от содержания в ней мельчайших, главным образом коллоидальных частиц: чем богаче та или иная почва коллоидами, тем сильнее выражена ее поглотительная способность.

Понятие о коллоидах. Всякая почва состоит как из крупных песчаных, так и из мельчайших илестых и коллоидальных частиц. Что же собою представляют коллоиды? Под коллоидами вообще разумеется любое вещество в состоянии высокой степени раздробленности, или дисперсности.

Всякое твердое тело можно путем измельчения превратить в коллоидальное состояние. Сначала при этом получается грубые раздробления, дальнейшее же распыление вещества приведет его в коллоидальное состояние.

Если вещество в коллоидальном состоянии смешать с водой, то получится так называемый коллоидальный раствор со свойствами, напоминающими истинные, или молекулярные, растворы. Но молекулярный раствор представляет собой распад вещества на отдельные молекулы или даже ионы, в коллоидальном же растворе каждая частица вещества состоит из группы в несколько сот или тысяч молекул. Другими словами, каждая коллоидальная частица представляет агрегат из совокупности многих молекул. К коллоидам принято относить все те измельченные вещества, отдельные частицы которых имеют размеры от $0,1 \mu$ (микрона) до $1 \text{ m}\mu$ (миллимикрона). Вещества с частицами меньше $1 \text{ m}\mu$ относятся к категории молекулярных, или истинных, растворов, так как величина большинства молекул обычно не превышает $1 \text{ m}\mu$.

Вещества, отдельные частицы которых больше $0,1 \mu$, относятся к группе грубых раздроблений, иначе называемых суспензиями, или взвесями. Постепенный переход от состояния грубого раздробления веществ вплоть до молекулярных растворов (возрастание степени дисперсности) можно наглядно представить в виде следующей схемы: грубые дисперсии → коллоидальные дисперсии → молекулярные дисперсии.

При этом частички с диаметром больше $0,1—0,2 \mu$, образующие в воде мути, или взвеси, видны в обыкновенный микроскоп и не проходят через бумажный фильтр.

Коллоидальные частицы от $0,1 \mu$ до $1 \text{ m}\mu$, находящиеся в коллоидальном растворе, невидимы в микроскоп, а видимы лишь в ультрамикроскоп; они проходят через бумажный фильтр, но не проходят через поры животной и растительной перепонки, т. е. не обладают способностью диффундировать. Что же касается молекулярных растворов, то их частицы в отличие от коллоидов невидимы ни в микроскоп, ни в ультрамикроскоп, и прохо-

дят и через бумажный фильтр, и через поры животной и растительной перепонки, т. е. обладают способностью к диффузии.

Таковы те характерные признаки, которыми практически отличается коллоидальное состояние вещества от истинных, или молекулярных, растворов, а также от взвесей, или суспензий.

Состав, происхождение и свойства почвенных коллоидов. Все почвенные коллоиды по составу можно разделить на две группы: минеральные и органические.

Минеральные коллоиды являются составной частью глины или ила, органические — составной частью перегноя.

Минеральные коллоиды непрерывно образуются в почве в процессе выветривания горных пород; сюда входят коллоидально раздробленные частицы разнообразных глинистых минералов.

Что же касается органических коллоидов, то они образуются в почве в процессе гумификации животных и растительных остатков. Минеральные и органические коллоиды, вступая во взаимодействие между собой, могут давать коллоиды и более сложного состава — органо-минеральные коллоидальные соединения.

Таким образом, наличие коллоидов в почве всецело зависит от характера последней, а именно от содержания в ней глины и перегноя. Наиболее богаты коллоидами глинистые и суглинистые почвы с высоким содержанием гумуса, наоборот, песчаные и супесчаные, обедненные перегноем почвы будут отличаться ничтожным количеством коллоидальных частиц.

Следует отметить, что ряд веществ в жидкой среде получает определенный электрический заряд — положительный или отрицательный. Поэтому и каждая коллоидальная частица в коллоидальном растворе имеет определенный электрический заряд. В почве могут быть как положительно, так и отрицательно заряженные коллоиды.

Большинство же почвенных коллоидов, как минеральных, так и органических, имеет отрицательный заряд.

Из существенных свойств, характерных для коллоидов, необходимо отметить их отношение к воде.

В этой связи почвенные коллоиды можно разделить на две группы: гидрофильные и гидрофобные.

Гидрофильные коллоиды отличаются способностью сильно набухать в воде и оставаться устойчивыми в состоянии коллоидального раствора. В противоположность им гидрофобные коллоиды характеризуются незначительным набуханием, способностью свертываться и переходить в осадок.

Почвенные коллоиды могут быть отнесены и к той и 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. 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 частицы начнут сцепляться друг с другом 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. Сущность этого процесса состоит в следующем.

Молекулы электролитов в растворе распадаются на ионы, которые приобретают при этом определенный электрический заряд: катионная часть (например, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , H^+ и т. д.) — положительный, а анионная (Cl^- , OH^- , CO_3^{--}) — отрицательный. Эти ионы диссоциированных молекул, встречаясь в растворе с коллоидальными частичками, нейтрализуют заряды последних. Действующим началом при этой нейтрализации будут в каждом случае те ионы, которые имеют заряды, противоположные зарядам коллоидальных частичек, т. е. коллоиды с отрицательным зарядом частичек будут коагулироваться катионами, коллоиды же с положительным зарядом — анионами. А так как в почве преобладают отрицательно заряженные коллоиды, то коагуляция их может происходить главным образом под воздействием положительно заряженных катионов почвенного раствора. Различные катионы в зависимости от их валентности и атомного веса обладают разной величиной заряда, а потому и коагулирующая способность их будет 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: Na^+ , NH_4^+ , K^+ , H^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Al^{+++} , Fe^{+++} .

Коагуляция обратимая и необратимая. Коагуляция коллоидов может быть обратимой и необратимой, т. е. в одном случае золь, перешедший в гель, снова может вернуться в раствор; в другом — этот переход геля в золь будет затруднен или совсем невозможен. Обратимой является коагуляция, вызванная воздействием одновалентных катионов (Na^+ , K^+ , H^+), необратимой — двухвалентными (Ca^{++} , Mg^{++}), а также и трехвалентными катионами, 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 вызываться и другими причинами. Здесь прежде всего следует отметить взаимную коагуляцию противоположно заряженных коллоидов.

Коагуляция почвенных коллоидов может происходить также при высыхании и замерзании почв благодаря повышающейся при этом концентрации электролитов в растворе.

Свертывание коллоидов может происходить и под влиянием времени в результате так называемого процесса старения коллоидов.

ВИДЫ ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ

Поглощение почвой приходящих в соприкосновение с ней различного рода веществ представляет собой 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, обменную адсорбцию, или физико-химическую, и биологическую.

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

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

Механическое поглощение. Механическое поглощение — свойство почвы, как всякого пористого тела, не пропускать через себя взмученные в воде частицы (сuspension) крупнее почвенных пор.

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

Эта способность почвы находится в тесной зависимости от ее механического состава и структурных свойств.

Чем тяжелее по механическому составу почва и чем мельче пронизывающие ее во всех направлениях поры, тем лучшей задерживающей способностью обладает данная почва.

Почвы суглинистые и глинистые обладают этой способностью в большей степени, чем почвы песчаные, а в особенности

хрищеватые и каменистые. Если первые из них, имея тончайшие килилляры, способны механически задерживать в себе не только грубые суспензии, но и коллоидальные частицы, то вторые, характеризуясь наличием крупных промежутков, будут легко пропускать с находящимися токами воды наиболее мелкие свои частицы. Механическая поглотительная способность почв значительно возрастает по мере увеличения количества гумуса в почве.

Молекулярная адсорбция. Сущность этого явления заключается в способности почвы поглощать и удерживать как газообразные, так и растворенные в воде вещества. Явления поглощения почвой различного рода газов можно уяснить на примере взаимодействия твердых составных частей почвы с парообразной водой. Как известно, воздушно-сухая почва, какой бы сухой на ощупь она ни казалась, всегда содержит определенное количество гигроскопической влаги.

Это объясняется тем, что почвенные частицы, благодаря силам молекулярного притяжения, способны притягивать и удерживать на поверхности молекулы паров воды. Молекулы парообразной влаги, облегая силошным слоем твердые частицы почвы, удерживаются на поверхности последних с большой силой. Для удаления гигроскопической влаги требуется продолжительное нагревание почвы при 105°. Такого рода прочная связь, в основе которой лежит сила молекулярного притяжения, посит название адсорбции.

Поскольку же при этом происходит чисто физическое поглощение почвой целых молекул без качественного их изменения, то и само явление называется молекулярной адсорбцией.

Способность адсорбции присуща вообще всем телам природы. При этом чем сильнее степень раздробления твердого вещества и чем больше его удельная поверхность, тем сильнее оно будет поглощать, тем выше будет его адсорбционная способность.

Способностью адсорбировать некоторые газы обладает и почва. Благодаря этому свойству почва в сухом состоянии всегда содержит поглощенный воздух.

Способность почвы поглощать 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 различного рода вещества из растворов.

Благодаря этой способности некоторая часть растворимых соединений будет поглощена и закреплена почвой, т. е. будет удерживаться от вымывания в глубокие горизонты. Такого рода

поглощениe, при котором молекулы того или иного вещества притягиваются из раствора твердыми почвенными частицами, концентрируясь у самой их поверхности, носит название положительной молекуллярной адсорбции.

Однако в почве может иметь место и так называемая отрицательная молекуллярная адсорбция, т. е. такого рода явление, при котором растворимые в воде вещества не поглощаются или весьма слабо поглощаются почвой.

К числу отрицательно адсорбируемых веществ в почве относятся анионы азотной кислоты. Вот почему, применяя нитратные соединения в качестве удобрений, необходимо вносить их в почву незадолго до посева сельскохозяйственных культур и при этом в небольшом количестве.

Химическое поглощениe. Легко растворимые соединения могут закрепляться в почве и иным путем. Дело в том, что многие находящиеся в растворе вещества при соприкосновении друг с другом или с нерастворимой частью почвы способны вступать в химические реакции, давая при этом нерастворимые или мало растворимые соединения.

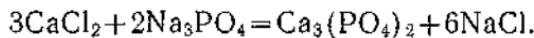
Образующиеся в результате такого взаимодействия нерастворимые соединения будут удерживаться в почве от вымывания.

Так, например, в почве может находиться фосфорная кислота в форме такой легкорастворимой соли, как Na_3PO_4 .

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

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

Химическое взаимодействие этих солей может быть представлено в виде следующего уравнения:



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

Так как этот вид поглотительной способности вызван чисто химической реакцией взаимного обмена в растворе, то он и носит название химического поглощениe, или химической поглотительной способности почвы.

Однако не все растворимые минеральные соединения могут химически поглощаться почвами. В почве имеются и такие соединения, которые в силу своих особенностей и свойств химически непоглощаемы почвой.

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

К числу химически непоглощаемых соединений относится и весьма ценное в сельскохозяйственном отношении вещество — азотная кислота. Последняя, как известно, со всеми катионами способна образовывать только легкорастворимые азотокислые соли. Этим объясняется легкая вымываемость из почвы, присущая всем нитратным солям, как образующимся в самой почве в результате биохимических процессов, так и вносимым в почву извне в виде тех или иных минеральных азотокислых туков.

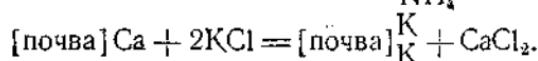
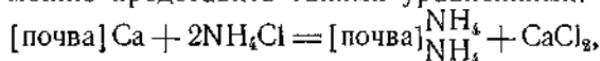
Обменная адсорбция. Минеральные соли и кислоты в почвенном растворе в значительной степени диссоциированы на катионы и анионы; при этом каждый ион диссоциированных молекул несет определенный электрический заряд: катион — положительный, а анион — отрицательный. Так, например, молекулы NaCl распадаются в растворе на Na^+ и Cl^- ; KCl на ионы K^+ и Cl^- ; HCl на H^+ и Cl^- и т. д. Диссоциированной, хотя и в весьма ничтожной степени, является также и вода, благодаря чему наряду с молекулами H_2O в ней всегда содержатся и ионы: H^+ и OH^- .

Поэтому при взаимодействии между почвенным раствором и твердой частью почвы последняя поглощает из раствора не только целые молекулы растворенных веществ, но и их части, т. е. ионы. Поскольку же мельчайшие почвенные частицы, или коллоиды (в своем большинстве) заряжены отрицательно, очевидно, что поглощаются почвой из раствора будут главным образом катионы.

Поглощенные катионы удерживаются на поверхности коллоидальных частиц весьмаочно и могут быть вытеснены обратно в раствор лишь другими катионами. Вследствие этого процесс поглощения ионов из раствора является по существу процессом обмена катионов на поверхности мельчайших почвенных частиц.

Опытами установлено, что процесс обмена катионов в почвенной среде происходит в эквивалентных количествах: вместо каждого двух катионов NH_4^+ или K^+ , поглощенных почвой, в раствор переходит один двухвалентный Ca^{++} или Mg^{++} ; вместо каждого поглощенного катиона Na^+ в раствор переходит один K^+ , или H^+ , или NH_4^+ и т. д.

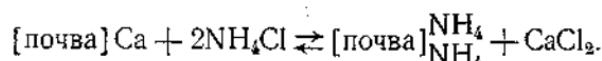
Поэтому самый процесс обмена катионов при взаимодействии почвы, например, с растворами NH_4Cl и KCl в самом общем виде можно представить такими уравнениями:



Такого рода явление, при котором катионы растворенных солей поглощаются почвой, а взамен их в раствор вытесняются другие катионы, называется обменной адсорбцией.

Как установлено опытами, реакция обмена катионов является обратимой. Это значит, что любой поглощенный почвой катион при соответствующих условиях может снова перейти в раствор.

В связи с этим реакцию обменной адсорбции можно изобразить так:



Следует заметить, что не вся почвенная масса обладает способностью к обменной адсорбции, а лишь та ее часть, которая состоит из мельчайших, главным образом коллоидальных частицек.

Та тонкодисперсная фракция почвы, которая способна содержащиеся в ней катионы обменивать на другие катионы из раствора, называется почвенным поглощающим комплексом.

Комплексом эта часть почвы называется потому, что она состоит из различных химических соединений как минерального, так и органического происхождения, а поглощающим — благодаря адсорбционной способности своих частичек.

Величина поглощающего комплекса у различных почв неодинакова; у одних она может быть очень большой, у других — весьма незначительной. Почвы мелкоземистые, как, например, суглинистые и глинистые, обогащенные к тому же значительным количеством перегноя, будут характеризоваться большим поглощающим комплексом; наоборот, у почв песчаных, обедненных гумусом, величина поглощающего комплекса будет ничтожной. С почвенными коллоидами тесно связана емкость поглощения почвы, т. е. то максимальное количество катионов, которое данная почва способна поглотить из раствора; чем больше коллоидов содержит та или иная почва, тем большей емкостью поглощения она будет отличаться и тем, следовательно, большее количество поглощенных катионов она будет содержать.

Энергия поглощения или обмена. Различные катионы обладают разной энергией поглощения: одни из них поглощаются сильнее, другие — слабее. Большой 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. Поэтому, если представить себе раствор, содержащий в равных концентрациях различные катионы, например H^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ и NH_4^+ ,

то поглощенными почвой окажутся прежде всего ионы H^+ , затем Ca^{++} , Mg^{++} и т. д.

На поглощение почвой катионов большое влияние оказывает также и концентрация последних в почвенном растворе, а именно: 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, следовательно, в поглощенном состоянии они будут преобладать.

Поглощающий комплекс всякой почвы, благодаря адсорбционной способности своих частичек, всегда будет насыщен катионами.

Но качественный состав поглощенных катионов в зависимости от условий почвообразования у различных почв будет 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 зависимости от состава поглощенных катионов все почвы подразделяются на почвы насыщенные и не насыщенные основаниями.

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

Примерами почв, насыщенных основаниями, могут служить черноземные почвы, а также каштановые почвы и сероземы, имеющие широкое распространение в степных и засушливых районах нашего юго-востока.

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

Таким образом, различным почвам присущ определенный качественный состав поглощенных катионов.

Свойства почв в связи с составом поглощенных катионов. Процесс поглощения катионов почвенными коллоидами сопровождается 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^+ .

Состав поглощенных катионов самым непосредственным образом сказывается на свойствах почв.

Так, почвы, насыщенные Ca^{++} и Mg^{++} , при наличии других условий 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.

Еще более худшими физическими свойствами отличаются почвы, насыщенные катионами Na^+ : они обладают весьма не-прочной структурой, при увлажнении легко распиваются 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.

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.

Кислотность почвы. Существенной особенностью, свойственной почвам, не насыщенным основаниями, является наличие в них кислотности.

В почвоведении различают две формы кислотности: активную и потенциальную.

Под активной кислотностью понимают концентрацию свободных водородных ионов в почвенном растворе, т. е. в жидкой фазе почвы.

Под потенциальной кислотностью понимают кислотность, обусловленную наличием водородных ионов в поглощенном состоянии.

Активная кислотность почвенного раствора вызывается главным образом растворимыми органическими кислотами, образующимися в почве при распаде 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 H^+ и HCO_3^- , подкисляют раствор.

Кроме того, фактором активной кислотности в почве могут быть некоторые минеральные соли Al и Fe . Известно, что соли слабых оснований и сильных кислот в водных растворах гидролитически расщепляются, освобождая при этом кислоту. Примером такого рода явления может служить хлористый алюминий, который при взаимодействии с водой расщепляется следующим образом:



Образующаяся в результате этого гидролиза соляная кислота 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, активная кислотность не обнаруживается.

Активная кислотность определяется в лабораториях в водной вытяжке из почвы.

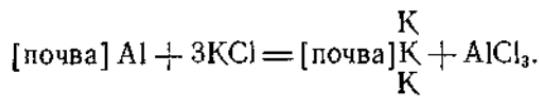
В отличие от активной потенциальная кислотность является как бы скрытой, или связанной, по отношению к почвенному раствору, обнаруживаемой только в результате обменной реакции между поглощающим комплексом и почвенным раствором.

Потенциальная кислотность в свою очередь подразделяется на два вида: обменную и гидролитическую.

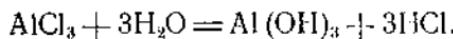
Под обменной кислотностью понимают водородные ионы, которые могут быть вытеснены из поглощающего комплекса воздействием на почву растворами нейтральных солей, т. е. солей, образованных соединениями сильных оснований с сильными кислотами, как, например, NaCl и KCl .

При взаимодействии этих солей с почвой, имеющей в поглощающем комплексе поглощенный водород, происходит реакция взаимного обмена, при которой катионы этих солей становятся в поглощающем комплексе на место водорода, а вытесненный водород переходит в раствор.

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 их соотношениях.

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

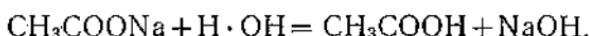
Гидролитической кислотностью мы называем водородные ионы поглощающего комплекса, вытесняемые растворами гидролитически щелочных солей, образованных сильными основаниями и слабыми кислотами. Примерами таких солей

являются уксуснокислый натрий (CH_3COONa) и уксуснокислый кальций $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$.

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

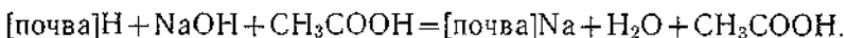
Для определения гидролитической кислотности в лаборатории чаще всего применяется уксуснокислый натрий.

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:

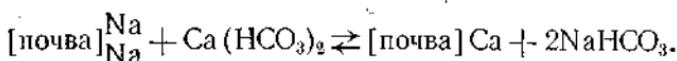
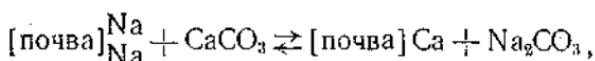


Опыт показывает, что при обработке почв гидролитически щелочными солями из поглощающего комплекса вытесняется водорода больше, чем при обработке нейтральными солями. Поэтому наиболее полное представление о количестве поглощенных водородных ионов в той или иной почве мы получаем на основании определения гидролитической кислотности.

Щелочность почвы. Если почвы, не насыщенные основаниями, отличаются кислой реакцией, то почвы, в поглощающем комплексе которых находится натрий, имеют щелочную реакцию.

Щелочность реакции почвы, насыщенной натрием, 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 натрием, можно схематически представить в следующем виде:



Таким образом, образованию соды способствует одновременное нахождение в почве поглощенного натрия и углекислого кальция в почвенной среде.

Характер реакции почвенной среды в свою очередь 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 угнетающие действуют на культурные растения и микроорганизмы, тормозят их деятельность и развитие.

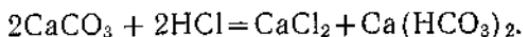
Таким образом, от состава поглощенных катионов зависят физические, химические и биологические свойства почвы.

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

Под буферностью понимается способность почв противостоять резким изменениям активной реакции при введении в них кислот или щелочей и кислых или щелочных солей. Всякая почва по отношению к вводимым в нее кислым или щелочным соединениям является в известной степени нейтрализатором, снижающим действие этих веществ.

Буферная способность почв — сложное явление, обусловленное рядом процессов.

Способность почв противостоять сдвигу реакции в сторону повышения кислотности зависит прежде всего от наличия в почве избытка карбонатов кальция и других металлов. При внесении в такие почвы кислых соединений последние будут нейтрализованы карбонатами, и реакция почвенного раствора в данном случае не изменится совсем или же изменится, но в очень незаметной степени, что наглядно видно из следующего уравнения:



Поэтому карбонатные почвы всегда обладают весьма высокой буферностью в отношении кислот.

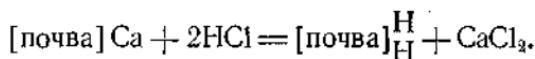
Аналогичным же образом объясняется буферность почв, в почвенном растворе которых присутствуют свободные кислоты и их кислые соли. Если в эти почвы вносить щелочные соединения, то и здесь обнаружится явление буферности, т. е. реакция почвенного раствора не сдвинется в щелочную сторону, поскольку внесенные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

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

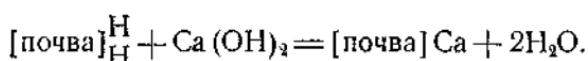
В почвах, насыщенных основаниями, всегда имеются различные поглощенные катионы (Ca^{++} , Mg^{++} и др.).

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 поглощенный водород, таким же путем нейтрализуются и вносимые в них различного рода щелочные вещества, например $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



Всякая почва обладает способностью физического поглощения, т. е. способностью адсорбировать поверхностью своих частиц целые молекулы того или иного соединения из раствора. В силу этого некоторая часть вносимых в почву веществ всегда будет связываться с твердой фазой почвы, и концентрация их в растворе будет снижаться.

Как кислоты, так и щелочи могут вступать в соединения с такими электронейтральными веществами, как, например, белки, в результате чего реакция кислот и щелочей значительно снижается. 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 нейтрализующее действие в отношении тех кислот или щелочных соединений, которые возникают в почве в результате протекающих в ней почвообразовательных процессов или же вносятся в почву извне в виде тех или иных удобрительных веществ. Буферность почв имеет большое положительное значение.

Культурные растения могут нормально развиваться только в среде, имеющей слабокислую, нейтральную или 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 привести к резким изменениям реакции почвенного раствора до вредных для растений пределов. Однако в действительности этого не происходит благодаря наличию буферной способности почв. Отсюда вытекает вывод, что буферность имеет большое значение в плодородии почв.

Разные почвы имеют различную буферность: песчаные почвы, например, менее буферны, чем почвы суглинистые и глинистые. Почвы, более богатые перегнойными веществами, являются в то же время и более буферными.

Поэтому систематическое внесение в почву органических удобрений является одним из важнейших агротехнических приемов повышения буферной способности почв.

Биологическая поглотительная способность почв. В поглощении и закреплении от вымывания питательных веществ в почве важную роль играет биологическая поглотительная способность почв. Биологическое поглощение вызывается жизнедеятельностью населяющих почву микроорганизмов и растений, которые, усваивая из почвы легко подвижные соединения, переводят их в ткани собственного тела.

В таком виде питательные элементы не вымываются из почвы атмосферными осадками.

Растения, пронизывая корнями почвенную толщу, извлекают необходимые им питательные элементы из нижних горизонтов почвы и передвигают их в верхние слои. Благодаря этому процессу в почве имеет место не только закрепление от вымывания питательных веществ, но и постоянное их накопление в виде органического вещества.

После отмирания и разложения отмерших частей растений заключенные в них питательные вещества снова переходят в почву. Так, в результате постоянного синтеза и разрушения в верхних горизонтах почвы осуществляется накопление элементов зольной и азотной пищи для растений. В поглощении и накоплении питательных элементов в почве роль растительности велика и незаменима.

Особенно здесь необходимо подчеркнуть значение этого вида поглощения в отношении нитратов: нитраты поглощаются и закрепляются в почве только биологически.

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.

Биологическая избирательная поглотительная способность имеет весьма существенное значение в почвообразовании.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

I. Подготовка почвы к лабораторному анализу

Взятые в поле для лабораторного исследования почвенные образцы должны быть соответственно подготовлены.

Для этой цели каждый образец почвы помещают на бумагу, рассыпают его тонким слоем и просушивают до воздушно-сухого состояния, растирая руками все более или менее крупные комья и отбирая пинцетом различные включения: камни, корни и т. п. Раздробленный образец за время высушивания несколько

раз тщательно перемешивают, а затем из него берут среднюю пробу (500 г). Взятие средней пробы производят обычно так: всю почву после доведения ее до воздушно-сухого состояния распределяют на листе бумаги равномерным слоем и разбивают по диагоналям на четыре треугольника. Далее, отбрасывают в сторону почву из двух противолежащих треугольников, а оставшуюся почву снова объединяют, разравнивают и проделывают ту же операцию. Так поступают до тех пор, пока от всего почвенного образца не остается 500 г, что устанавливают взвешиванием пробы в фарфоровой чашке на технических весах.

Для взятия средней пробы можно слой почвы разделить на несколько квадратов и брать почву роговой ложкой через один-два квадрата в фарфоровую чашку, пока не наберется 500 г.

Взятый средний образец почвы растирают затем в фарфоровой ступке деревянным пестиком и просеивают на сите с отверстиями в 1 мм. Растирание необходимо вести осторожно, чтобы не разрушить отдельных песчинок или обломков горных пород. Не прошедшую через сито часть почвы снова растирают и просеивают. Эту операцию повторяют до тех пор, пока на сите не останутся лишь твердые каменные обломки.

Прошедший через сито в 1 мм мелкозем помещают в стеклянную банку с притертой пробкой, где он и сохраняется для последующих лабораторных анализов.

Крупные частицы, оставшиеся на сите, помещают отдельно в стеклянную банку и сохраняют для определения их процентного содержания в почве.

При определении количества тех или иных составных частей почвы необходимо всегда учитывать наличие гигроскопической воды и все вычисления производить на абсолютно-сухую почву, т. е. почву, не содержащую гигроскопической воды. Только при этом условии можно получать сравнимые результаты анализов почвы.

II. Определение гигроскопической влаги в почве

Гигроскопической называют влагу, содержащуюся в воздушно-сухой почве.

Определение гигроскопической воды в почве производится следующим способом.

1. Взвешивают сушильный стаканчик с крышкой на аналитических весах.

2. Из средней пробы, подготовленной для анализа почвы (растертой в ступке и просеянной через сито в 1 мм), берут в стаканчик навеску почвы около 5 г. Сушильный стаканчик с почвой взвешивают на аналитических весах.

3. Стаканчик с открытой крышкой ставят в сушильный шкаф и сушат при температуре 105° С 6—8 часов.

4. По истечении этого времени стаканчик закрывают крышкой, вынимают из шкафа и ставят для охлаждения на 30 минут в эксикатор.

5. После охлаждения стаканчик с высушеннной почвой взвешивают.

6. Убыль в весе дает количество гигроскопической влаги, которую вычисляют в процентах по формуле:

$$A = \frac{c - a}{c} \cdot 100,$$

где: A — гигроскопическая влага в процентах,
 c — вес стаканчика с воздушно-сухой почвой,
 a — вес пустого стаканчика,
 c — вес стаканчика с высушенной почвой.

7. Для пересчета результатов различных анализов воздушно-сухой почвы на абсолютно сухую почву пользуются коэффициентом (поправкой на содержание гигроскопической воды), который вычисляют по формуле:

$$K = \frac{100 + A}{100},$$

где A — гигроскопическая влага в процентах.

III. Механический анализ почв

Существует несколько методов механического анализа почв и почти все они сводятся к отмучиванию механических фракций в стоячей воде.

Способ отмучивания основан на том, что частицы почвы в спокойной воде падают с различной скоростью, зависящей от их величины, удельного веса и формы.

Допускается, что удельный вес частиц одинаков и равен удельному весу кварца (2,6), а форма частиц шарообразна. При таком допущении скорость падения будет зависеть лишь от величины частиц и температуры суспензии.

Ниже мы остановимся на описание двух методов, получивших наибольшее распространение в лабораторной практике: 1) метода Сабанина и 2) пищеточного метода Робинсона.

Методом Сабанина выделяют механические фракции 1,0—0,25 мм, 0,25—0,05 мм, 0,05—0,01 и частицы мельче 0,01 мм, пищеточным методом фракции мельче 0,01 мм разделяют еще на ряд фракций.

Определение механического состава скелета почвы (частиц >1,0 мм) производят ситовым методом.

Определение механического состава скелета почвы (частиц >1,0 мм) ситовым методом. 1. Из тщательно перемешанной

средней пробы почвенного образца взвешивают на технических весах навеску почвы в 100—200 г.

2. Навеску переносят в фарфоровую ступку, растирают пестиком с резиновым наконечником или резиновым пестиком и просеивают на сите с диаметром отверстий в 1 мм до тех пор, пока на сите не останутся не поддающиеся раздавливанию пестиком частицы почвы (скелет).

3. Фракции скелета почвы, оставшиеся на сите в 1 мм, переносят в фарфоровую чашку диаметром 9—12 см и промывают водой (если нужно, с кипячением) для отделения от приставших глинистых частиц (мелкозем < 1 мм).

Промывание продолжается до тех пор, пока сливаемая с чашки вода не будет прозрачной.

4. Промытые фракции высушивают в чашках на песчаной бане и по охлаждении просеивают через колонку сит с диаметром отверстий 7, 5, 3 и 1 мм.

5. Фракции с каждого сита взвешивают и вычисляют процентное содержание их на абсолютно сухую почву по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 100}{c},$$

где: X — процентное содержание фракции в почве,

a — вес фракции в граммах,

c — навеска абсолютно сухой почвы.

Определение фракции среднего песка (частиц 1—0,25 мм).

1. Из почвы, прошедшей через сите с диаметром отверстий в 1 мм, берут навеску в 4 г на аналитических весах.

2. Навеску переносят в фарфоровую чашку диаметром 7 см, смачивают почву небольшим количеством дистиллированной воды и растирают пальцем 5 минут.

3. Обмыв палец водой из промывалки над чашкой, почву переносят при помощи воронки в эrlenmейеровскую колбу емкостью 150—200 см³.

4. Наливают в колбу 40—50 мл дистиллированной воды, к которой прибавляют 1 мл 25-процентного аммиака, закрывают пробкой, снабженной трубкой-холодильником высотой 40 см (или маленькой воронкой) и кипятят в течение часа на слабом огне.

5. По охлаждении содержимое колбочки пропускают через сите с отверстиями в 0,25 мм, помещенное в большую фарфоровую чашку. Колбочку несколько раз промывают тонкой струей воды из промывалки для удаления прилипших к стенкам частиц почвы. Пальцем протирают почву, оставшуюся на сите, для разрушения уцелевших комочеков (2—3 минуты). Затем сите вынимают из воды, обмывают его снаружи и почву на сите промывают до тех пор, пока через сите пойдет совершенно прозрачная вода.

6. Промывалкой смывают оставшиеся на сите почвенные частицы в предварительно взвешенную фарфоровую чашку.

После отстаивания избыток воды из чашки осторожно сливают, а частицы почвы высушивают на песчаной бане и взвешивают на аналитических весах.

7. Вычисляют процентное содержание фракции среднего песка (X) по формуле:

$$X = \frac{a(100 - b)}{c},$$

где: a — вес высущенной фракции,

b — процентное содержание крупнозема,

c — навеска почвы.

Отмучивание физической глины при помощи прибора Сабанина. 1. Вся суспензия, прошедшая через сите с диаметром отверстий 0,25 мм в большую фарфоровую чашку, подвергается отмучиванию на приборе Сабанина. Для этого в градуированный стакан опускают предварительно наполненный водой сифон, нижний конец которого устанавливают точно на уровне 2 см от дна стакана; в таком положении сифон прочно закрепляют. Под другой конец сифона устанавливают большой стакан для слива суспензии.

2. Стеклянной палочкой взмучивают суспензию в большой фарфоровой чашке и оставляют в покое 30 секунд.

3. По истечении 30 секунд неосевшую муть из большой фарфоровой чашки сливают по палочке в чашку меньшего размера. Суспензию в малой фарфоровой чашке взбалтывают палочкой и оставляют в покое 60 секунд.

4. По истечении 60 секунд неосевшую муть в малой чашке сливают по стеклянной палочке в градуированный стакан, наполняя его до высоты 4 см.

5. Суспензию в градуированном стакане взмучивают стеклянной палочкой и оставляют в покое на 100 секунд.

6. По истечении 100 секунд сифоном сливают слой мутной жидкости от 4 до 2 см. За время отстаивания частицы диаметром более 0,01 мм как раз успевают пройти столб воды от 4 до 2 см, и в нем останутся частицы менее 0,01 мм, которые будут слиты сифоном в большой стакан и тем самым отделены от более крупных.

Описанную операцию (отмучивание в чашках, сливание в градуированный стакан, затем слияние сифоном из градуированного стакана в большой стакан) повторяют до полного просветления жидкости в чашках и в градуированном стакане (от 4 до 2 см), что будет служить доказательством полного отделения частиц диаметром менее 0,01 мм.

7. Во время работы, после каждого 5—6 сливаний, почву в чашках тщательно растирают пальцем. Дистиллированную воду в большую чашку добавляют по мере надобности.

8. Эти операции продолжают до тех пор, пока жидкость в чашках и в верхней части стакана не осветлится, что укажет на отделение физической глины.

9. Проверка точности работы: сифон в градуированном стакане устанавливают на уровень 6 см. Содержимое чашек переносят в градуированный стакан, дополняют его дистиллированной водой до черты 12 см.

Содержимое стакана хорошо взбалтывают и оставляют в покое на 5 минут.

Если через 5 минут слой жидкости в стакане от 12 до 6 см останется свободным от взвешенных частиц, значит отделение частиц меньше 0,01 мм закончено. В противном случае столб воды до 6 см сливают. В стакан приливают дистиллированную воду до уровня 12 см, жидкость взбалтывают, дают отстоять 5 минут и вновь сливают до полного осветления верхнего слоя.

Разделение фракций мелкого песка (0,25—0,05 мм) и крупной пыли (0,05—0,01 мм). 1. Под сифон прибора Сабанина представляют другой большой стакан для слияния фракции крупной пыли.

2. Жидкость в градуированном стакане доводят водопроводной водой до высоты 12 см, тщательно перемешивают палочкой и оставляют в покое на 30 секунд.

3. По истечении 30 секунд слой мутной жидкости сливают сифоном до уровня 6 см.

4. Отмучивание в градуированном стакане повторяют до полного просветления слоя жидкости от 12 до 6 см.

5. В градуированном стакане остается фракция мелкого песка (0,25—0,05 мм), а фракция крупной пыли (0,05—0,01 мм) окажется слита сифоном в большой стакан.

6. После отстаивания, когда жидкость в стаканах совершенно посветлеет, ее сливают сифоном, а фракции мелкого песка и крупной пыли переносят в чашки.

7. Избыток воды в чашках (или тиглях) удаляют декантацией, фракции высушивают на песчаной бане и взвешивают на аналитических весах.

8. Вычисляют процентное содержание фракций мелкого песка (0,25—0,05 мм) и крупной пыли (0,05—0,01 мм) по формуле:

$$X = \frac{a(100 - \sigma)}{c},$$

где: a — вес высущенной фракции,

σ — процентное содержание крупнозема,

c — навеска абсолютно сухой почвы.

9. Процентное содержание фракции диаметром менее 0,01 мм вычисляют по разности.

10. Все полученные цифровые данные при ситовом методе и методе отмучивания записывают в таблицу прилагаемой формы:

Способ выделения фракций	Навеска почвы (г)	Размер частиц фракций (мм)	Образец			и т. д.
			1	2	3	
			вес фракции (г)	содержание фракции (%)	вес фракции (г)	
Ситовый метод		$\begin{cases} > 3 \\ 3-1 \\ 1 \\ 1-0,25 \end{cases}$				
Метод отмучивания . . .		$\begin{cases} 0,25-0,05 \\ 0,05-0,01 \\ < 0,01 \end{cases}$				

Дальнейшее разделение группы частиц диаметром менее 0,01 мм (фракции физической глины) на отдельные фракции производится пипеточным методом.

Разделение физической глины (частиц $> 0,01\text{мм}$) на фракции пипеточным методом. 1. Суспензию физической глины (частицы $< 0,01\text{мм}$), слитую в процессе анализа методом Сабанина из градуированного стакана в большой стакан, измеряют и переносят в 5-литровую бутылку и доводят ее объем до круглой цифры (до 800 мл; 1000 мл; 1500 мл и т. д.).

2. Бутыль закрывают пробкой, взбалтывают в течение 1 минуты, предварительно прибавив аммиака до ясного запаха.

3. По истечении 1 минуты суспензию переливают в лите́рный цилиндр, наполняя его до отметки.

Суспензию переливают в цилиндр небольшими порциями, время от времени взбалтывая ее в бутылке для того, чтобы плотность переливаемой суспензии была одинаковой.

4. Измерив температуру суспензии в цилиндре, ее тщательно взмучивают мешалкой до полного исчезновения осадка на дне цилиндра и оставляют в покое на время, указанное в ниже-приводимой таблице для фракции диаметром менее 0,005 мм (см. табл. на след. стр.).

Следует отметить, что расчет промежутка времени, через который на определенной глубине следует брать пробу пипеткой, производится по формуле Стокса, в которой учитываются и ускорение падения частиц под влиянием силы тяжести и вязкость воды при определенной температуре. Принцип метода

состоит в том, что по истечении времени, необходимого для опускания частиц почвы того или иного диаметра ниже определенной глубины в воде, с этой глубины берут определенный объем суспензии почвы.

Время взятия проб в зависимости от температуры и глубина погружения пипетки при удельном весе почвы 2,6

Диаметр частиц (м.м.)	Глубина взятия пробы (см)	Время взятия проб					
		10°C	12,5°C	15°C	17,5°C	20°C	22,5°C
< 0,01	10	24'52"	23'12"	21'45"	20'45"	19'26"	18'06"
< 0,005	10	1 ч. 39'27"	1 ч. 32'48"	1 ч. 26'59"	1 ч. 21'37"	1 ч. 16'55"	1 ч. 12'24"
< 0,001	7	29 ч. 00'03"	27 ч. 04'12"	25 ч. 25'00"	23 ч. 48'48"	22 ч. 38'00"	21 ч. 07'17"

5. По истечении указанного времени в цилиндр осторожно опускают пипетку емкостью в 25 мл на указанную в таблице глубину, наполняют ее до черты суспензией и вынимают из цилиндра.

6. Суспензию из пипетки сливают в чашечку или тигель, выпаривают на бане, осадок высушивают и взвешивают на аналитических весах, после чего высчитываются процентное содержание взятой фракции по формуле:

$$X = \frac{a(100 - v) \cdot v}{25c},$$

где: a — вес высущенной фракции,

v — процентное содержание фракции физического песка ($> 0,01$ м.м.),

c — объем всей суспензии физической глины,

25 — объем пипетки,

s — навеска абсолютно сухой почвы, взятой для анализа.

7. Пользуясь таблицей, берут таким же способом вторую пробу (суточную — частицы $< 0,001$ м.м.). Процентное содержание этой фракции высчитывают по вышеприведенной формуле. Все цифровые данные, полученные при анализе образца почвы методом пипетки, записывают в таблицу по следующей форме:

Глубина взятия пробы (см)	Температура и время отстаивания	Диаметр частиц (м.м.)	Объем суспензии в пипетке (мл)	Вес высущенной фракции (г)		Процентное содержание фракции в почве
				по объему пипетки	по всей суспензии	

8. Определив суммарное процентное содержание в почве фракций диаметром менее 0,005 мм и менее 0,001 мм , вычисляют содержание в почве каждой фракции в отдельности следующим образом: а) содержание в почве фракции диаметром 0,005—0,001 мм (тонкой пыли) вычисляют по разности между содержанием фракции диаметром менее 0,005 мм и менее 0,001 мм , т. е. по разности первой и второй проб; б) содержание в почве фракции меньше 0,001 мм соответствует процентному содержанию второй пробы.

9. Окончательные результаты механического анализа почвы записывают в одну таблицу прилагаемой формы:

Дата определения	# образца почвы	Глубина взятия образца в поле (см)	Содержание фракций в процентах							
			крупнозем				мелкозем			
			гравий (> 3 мм)	крупный песок (3—1 мм)	всего крупнозема	песок средний (1—0,25 мм)	песок мелкий (0,25—0,05 мм)	пыль крупная (0,05—0,01 мм)	пыль средняя (0,01—0,005 мм)	пыль тонкая (0,005—0,001 мм)

Приводим примерный расчет результатов механического анализа: во взятом для анализа образце почвы частицы крупнее 1 мм (крупнозем) составили — 30%, причем фракция крупнее 3 мм равна 10%, а фракция от 3 до 1 мм — составляла 20% от веса почвы.

Для анализа мелкозема (фракций диаметром < 1 мм), содержание которого в почве составляло, таким образом, всего 70%, взята навеска воздушно-сухой почвы в 4,2 г. Содержание гигроскопической влаги было равно 5%.

В пересчете на абсолютно сухую почву навеска составляла:

$$\theta = \frac{4,2 \cdot 100}{100 + 5} = 4 \text{ г}$$

При анализе методом Сабашинса получено:
фракция 1—0,25 мм весит 1,5 г, что составляет

$$\frac{1,5 \cdot 70}{4} = 26,25\%;$$

фракция 0,25—0,05 мм весит 1,0 г, что составляет

$$\frac{1,0 \cdot 70}{4} = 17,5\%;$$

Фракция 0,05—0,01 мм весит 0,50 г, что составляет

$$\frac{0,50 \cdot 70}{4} = 8,75\%;$$

фракция частиц менее 0,01 мм

$$70 - (26,25 + 17,5 + 8,75) = 17,5\%.$$

Объем суспензии, содержащий частицы диаметром менее 0,01 мм (физической глины), равнялся 2,5 л. Дальше анализ был продолжен пипеточным методом. При этом методе пользовались пипеткой объемом 25 мл.

Продолжив анализ дальше, получили: частицы менее 0,005 мм в объеме пипетки весят 0,0154 г, что составляло в объеме всей суспензии:

$$\frac{0,0154 \cdot 2500 \cdot 17,5}{4 \cdot 25} = 6,7\%.$$

Частицы менее 0,001 мм в объеме пипетки весят 0,01 г, что составляло в объеме всей суспензии:

$$\frac{0,01 \cdot 2500 \cdot 17,5}{4 \cdot 25} = 4,4\%.$$

Содержание отдельных фракций физической глины определяем по разности:

$$\begin{aligned} 0,01 - 0,005 \text{ мм (средняя пыль)} &= 17,5 - 6,7 = 10,8\%; \\ 0,005 - 0,001 \text{ мм (тонкая пыль)} &= 6,7 - 4,4 = 2,3\%; \\ \text{меньше } 0,001 \text{ мм (ил)} &= 4,4\%. \end{aligned}$$

Окончательный результат механического анализа следующий:

	Фракция (мк)	Процентное содержание
Гравий	> 3	10,00
Песок: крупный	3—1	20,00
средний	1—0,25	26,25
мелкий	0,25—0,05	17,50
Пыль: крупная	0,05—0,01	8,75
средняя	0,01—0,005	10,80
тонкая	0,005—0,001	2,30
Ил	< 0,001	4,40

Итого 100,00

На основании полученных данных дается определение почвы по механическому составу. В данном примере содержание физической глины (частиц мельче 0,01 мм) составляет $(10,80 + 2,30 + 4,40) = 17,50\%$. Следовательно, почва должна быть отнесена к группе супесчаных почв.

IV. Определение суммы обменных оснований по Каппену

Из многих методов определения поглощенных оснований наиболее простым является метод Каппена.

Данный метод основан на обработке почвы определенным количеством HCl точно известной концентрации.

При взаимодействии почвы с соляной кислотой часть HCl идет на вытеснение поглощенных оснований, остаток же свободной кислоты учитывается путем нейтрализации щелочью также точно известной концентрации. По разности между взятым и оставшимся количеством свободной соляной кислоты находят количество связанной HCl, которым и определяется содержание поглощенных оснований. Следует отметить, что метод Каппена пригоден лишь для бескарбонатных почв.

Ход работы заключается в следующем.

1. Из средней пробы воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями в 1 мм, берется на технических весах навеска в 20 г.

2. Навеску переносят в колбу емкостью 250 мл и приливают 100 мл 0,1 н раствора соляной кислоты точно установленного титра.

3. Колбу закрывают пробкой и взбалтывают на ротаторе в течение часа.

4. После взбалтывания почву с кислотой оставляют стоять на сутки.

5. По истечении этого срока из отстоявшейся вытяжки берут пипеткой 50 мл и переносят в стакан или колбу емкостью 250—300 мл.

6. Вытяжку в колбе нагревают до кипения и кипятят 3—4 минуты для удаления CO₂.

7. Прибавляют к жидкости 2—3 капли фенолфталеина и титруют в горячем виде 0,1 н раствором едкого натрия до слаборозовой окраски, не исчезающей в течение одной минуты.

8. Количество миллилитров 0,1 н раствора NaOH, пошедшее на нейтрализацию 50 мл вытяжки, умножают на поправку для титра щелочи. Полученную величину отнимают от 50 мл вытяжки и находят количество связанной 0,1 н HCl, которое соответствует сумме поглощенных оснований на 10 г почвы.

Умножив последнюю величину еще на 10, получают сумму поглощенных оснований, выраженную в мл 0,1 н HCl на 100 г почвы.

Поглощенные основания выражают в миллиэквивалентах на 100 г почвы. Для этого сумму поглощенных оснований, выраженную в миллилитрах 0,1 н HCl на 100 г почвы, надо разделить на 10.

Пример вычисления. Допустим, что на титрование 50 мл вытяжкишло 42 мл 0,1 н NaOH. Значит количество связанной

соляной кислоты составляет: $50 - 42 = 8$ мл. Это количество миллилитров 0,1 н HCl соответствует сумме поглощенных оснований на 10 г почвы. Умножив 8 мл 0,1 н HCl на 10, получают сумму поглощенных оснований, выраженную в миллилитрах 0,1 н HCl на 100 г почвы: $8 \times 10 = 80$ мл.

Для выражения суммы поглощенных оснований (S) в миллиэквивалентах необходимо 80 мл разделить на коэффициент 10, что составит: $80 : 10 = 8$ м·экв на 100 г почвы.

V. Определение гидролитической кислотности (H) по Каппену

В основу метода положено вытеснение из почвы поглощенного водорода путем обработки почвы 0,1 н раствором уксусно-кислого натрия с последующим определением количества образующейся при этом уксусной кислоты.

Техника анализа такова.

1. Из средней пробы воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито в 1 мм, берется на технических весах навеска в 40 г.

2. Навеску переносят в бутылку на 250 мл и приливают 100 мл 0,1 н раствора уксусно-кислого натрия.

3. Бутылку закрывают пробкой и взбалтывают на ротаторе в течение часа.

4. Затем вытяжку фильтруют. Перед фильтрованием содержимое хорошо взбалтывают от руки и фильтруют, перенося большую часть почвы на фильтр.

5. После того, как вытяжка отфильтровалась полностью, пипеткой переносят 50 мл фильтрата в коническую колбочку.

6. Прибавляют 2—3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором едкого натрия до слаборозовой окраски, не исчезающей в течение одной минуты. Отсчитывают и записывают количество пошедших на титрование миллилитров 0,1 н NaOH. Это количество миллилитров 0,1 н щелочи, пошедшей на титрование 50 мл вытяжки, и дает представление о гидролитической кислотности (H) исследуемой почвы.

Однако при однократной обработке почвы раствором уксусно-кислого натрия не происходит полного вытеснения поглощенных водородных ионов. Поэтому для получения полной величины гидролитической кислотности необходимо количество миллилитров щелочи, пошедшей на титрование 50 мл вытяжки, умножить на поправочный коэффициент 1,75.

Пример вычисления. Допустим, что на титрование 50 мл фильтрата, соответствующего 20 г почвы, пошло 3 мл 0,1 н щелочи. Умножив 3 мл на 5, перечисляем количество щелочи на 100 г почвы: $3 \times 5 = 15$ мл. Далее, помножив полученный результат на коэффициент 1,75, находим полную величину гидролитической кислотности (H), выраженной в миллилитрах 0,1 н раствора едкого натрия на 100 г почвы: $15 \times 1,75 = 26,25$ мл. Гид-

ролитическую кислотность обычно выражают в миллиэквивалентах на 100 г почвы. Для этого необходимо полную величину гидролитической кислотности, выраженную в миллилитрах 0,1 п раствора NaOH на 100 г почвы, разделить на коэффициент 10. В нашем примере это составит: $26,25 : 10 = 2,625$ м·экв на 100 г почвы.

VII. Вычисление степени насыщенности почвы основаниями

Если к сумме поглощенных оснований (S) прибавить величину гидролитической кислотности в миллиэквивалентах (H), то получим емкость поглощения (T), т. е. общее количество катионов, которое данная исследуемая почва может удержать:

$$S + H = T.$$

В нашем примере емкость поглощения почвы составляет:

$$8 + 2,625 = 10,625 \text{ м·экв на 100 г почвы.}$$

По данным определения гидролитической кислотности (H) и суммы поглощенных оснований (S) вычисляют степень насыщенности почвы основаниями (V).

Вычисление степени насыщенности почвы основаниями производится по формуле:

$$V\% = \frac{S \cdot 100}{T}.$$

В нашем примере степень насыщенности почвы основаниями составляет:

$$V\% = \frac{8 \cdot 100}{10,625} = 75.$$

По степени насыщенности основаниями почвы разделяют на три группы: 1) высоконасыщенные ($V\%$ более 75), 2) средненасыщенные ($V\%$ 50—75), слабонасыщенные основаниями ($V\%$ менее 50).

VIII. Определение нуждаемости почвы в известковании

Потребность почв в известковании определяется степенью насыщенности их основаниями и величиной гидролитической кислотности. Чем меньше насыщена почва основаниями и чем большее величина гидролитической кислотности, тем выше потребность почвы в известковании.

Вычисление потребности почвы в извести в тоннах на гектар производится по величине гидролитической кислотности; для этого величину гидролитической кислотности, выраженную

в м·экв на 100 г почвы, умножают на коэффициент 1,5; полученное число и будет означать количество тонн извести на 1 га. В нашем примере это составляет: $2,625 \times 1,5 = 3,9$ т CaCO_3 .

VIII. Определение активной кислотности (pH) водной вытяжки по Н. И. Алямовскому

Активная кислотность (pH) определяется в водной вытяжке из почвы колориметрическим методом с помощью универсального индикатора.

Символ pH представляет собою выражение концентрации водородных ионов в том или ином растворе. Наиболее простым методом определения реакции почвенной вытяжки или концентрации водородных ионов (pH) является колориметрический, или цветовой, метод, основанный на свойстве некоторых индикаторов менять свою окраску в зависимости от изменения величины pH . Широко распространенным индикатором для определения реакции почвенных вытяжек является универсальный индикатор. Этот метод позволяет определять реакцию в пределах pH от 4 до 8.

В почвенном растворе и различных почвенных вытяжках мы чаще всего встречаемся со следующими значениями pH :

$\text{pH}=8$ — почва щелочная

$\text{pH}=7$ — почва нейтральная

$\text{pH}=6$ — почва слабокислая

$\text{pH}=5$ — почва кислая

$\text{pH}=4$ — почва сильнокислая

$\text{pH}=3$ — почва очень сильнокислая

Техника определения такова.

1. На технических весах берут 20 г мелкозема.

2. Навеску почвы переносят в коническую колбочку, куда приливают 50 мл дистиллированной воды.

3. Колбочку закрывают пробкой и встряхивают в течение 5 минут.

4. После взбалтывания вытяжку фильтруют, стараясь перенести почву на фильтр. Если фильтрат окажется мутным, его необходимо повторно фильтровать через тот же фильтр, пока он не станет прозрачным.

5. Пипеткой переносят в пробирку 5 мл водной вытяжки и добавляют 5 капель универсального индикатора.

6. Перемешивают индикатор с фильтратом легким встряхиванием пробирки (не закрывая отверстия пробирки пальцем).

7. По окраске пробирки набирают кассету со шкалой, близкой к окраске испытуемой вытяжки.

8. Вставляют кассету в зажим компаратора так, чтобы та сторона ее, на которой обозначены величины pH , находилась снаружи.

9. Пробирку с окрашенной вытяжкой помещают в левое гнездо компаратора, в правое гнездо помещают пробирку с вытяжкой без индикатора.

10. Осторожно передвигая кассету в вертикальном направлении, находят эталон, окраска которого совпадает с окраской испытуемой вытяжки.

Цифра, написанная около этого эталона, обозначает величину pH испытуемой водной вытяжки.

Если цвет раствора занимает промежуточное положение между двумя тонами на шкале, берут среднее арифметическое значение pH из двух смежных значений.

IX. Определение обменной кислотности (pH) солевой вытяжки по Н. И. Алямовскому

В основу метода положена обработка почвы 1,0 л раствором KCl с последующим определением в солевой вытяжке обменной кислотности по величине pH с помощью универсального индикатора. Техника определения заключается в следующем.

1. На технических весах взвешивают 20 г мелкозема.
2. Почву переносят в коническую колбочку, куда приливают 50 мл 1,0 л раствора хлористого калия.
3. Колбу закрывают пробкой, хорошо встряхивают и оставляют стоять до следующего дня.
4. Дальнейшая работа ведется совершенно так же, как при определении активной кислотности.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ИХ ДИНАМИКА

ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

В тесной связи с характером механического и структурного состава почв находятся их физические свойства, определяющие водный, воздушный и тепловой режимы.

Физические свойства почв оказывают самое непосредственное влияние на жизнь и развитие растений, поэтому правильное регулирование их составляет одну из важнейших задач земледелия.

Порозность, или скважность. Общий объем всех пор и промежутков между почвенными частицами в определенном объеме почвы называется общей скважностью, или порозностью.

Большое влияние на скважность оказывает структурное строение почвы; чем структурнее почва, тем больше общая порозность, так как, кроме заключенных в комках пор, эти почвы имеют промежутки, находящиеся между структурными отдель-

ностями. Общая порозность, например, структурного чернозема достигает 61—63% и более. При любом рыхлении почвы скважность увеличивается, при уплотнении — уменьшается.

Помимо общей скважности, различают еще капиллярную и некапиллярную скважность почвы.

В зависимости от механического и структурного состава почвы в одном случае будет преобладать капиллярная, в другом случае — некапиллярная порозность. Первая в виде тончайших пор обусловливается главным образом наличием в почве глинистых частиц, вторая — структурным строением почвы.

Оптимальным соотношением этих двух видов порозности, как показывают данные опыта, считается такое, когда некапиллярная скважность в почве преобладает.

Объемный и удельный вес. Под объемным весом надо понимать вес абсолютно сухой почвы в единице ее объема ненарушенного сложения (т. е. с почвенными порами). Объемный вес обычно выражают в граммах на 1 см³. Этот вес 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. Объемный вес, например, подзолистой почвы 1,30—1,80, черноземной — 1,04—1,10.

Помимо объемного веса, отличают еще удельный вес твердой фазы почвы, который также определяют в граммах на 1 см³. Удельным весом твердой фазы 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, тем меньше ее удельный вес, и наоборот. В значительной мере удельный вес твердой фазы почвы зависит от минералов, слагающих почву, поскольку минералы в природе отличаются большим разнообразием и удельные веса их далеко не одинаковы. Удельный вес подзолистых почв в большинстве случаев достигает 2,50—2,65, черноземных — 2,37.

Объемный и удельный вес почвы может служить в известной мере признаком, указывающим на содержание в ней органического вещества, на ее структурность и порозность.

Связность. Под связностью разумеется способность почвы сопротивляться силам, стремящимся механически разъединить ее частицы. Это свойство, непосредственно влияющее на развитие корневой системы растений и на механическую обработку сельскохозяйственными орудиями, у различных почв выражено неодинаково и зависит от многих причин. Во-первых, — от характера механического состава: чем больше в почве содержится глинистых частиц, тем выше связность; во-вторых, — от степени влажности: так, 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. В-третьих, на связность почвы оказывают влияние органические вещества, при этом наличие перегноя в тяжелых суглинистых и глинистых почвах уменьшает их связность, в легких же песчаных — несколько усиливает.

Значительно повышает связность почвы поглощенный натрий. Поэтому солонцовые почвы, в поглощающем комплексе которых содержится натрий, всегда отличаются сильно выраженной связностью.

Структурное состояние придает почве рыхлость, уменьшает связность и тем самым значительно облегчает ее обработку.

Пластичность и прилипание. Существенными физическими свойствами почв являются также пластичность, прилипание и набухание.

Под пластичностью понимают способность почвы во влажном состоянии сохранять приданную ей форму. Пластичность почвы обусловливается различными причинами, но главным образом присутствием глинистых частиц. Чем больше содержится в той или иной почве мельчайших частичек, диаметр которых меньше 0,002 мм, тем яснее выражена ее пластичность.

В непосредственной связи с пластичностью находится и липкость почвы, которая обусловливается наличием в ней глинистых частиц и воды.

Чем более глиниста почва, тем сильнее выражена в ней липкость. Сухая почва липкостью не обладает. Прилипание повышается по мере увлажнения примерно до 80% от полного насыщения почвы водой, а затем начинает уменьшаться. Оно влияет на качество обработки и удельное сопротивление почвы. Чем сильнее прилипание почвы, тем труднее ее обрабатывать сельскохозяйственными орудиями. Исходя из этого, обработку надо производить при таком состоянии влажности, когда почва хорошо рыхлится, не мажется и не прилипает.

Как установлено опытами, нижним пределом влажности, при котором возможна обработка почвы, является влажность, отвечающая полуторной величине максимальной гигроскопичности почвы, а верхним пределом — 60—70% полной влагоемкости данной почвы.

Набухание. Это способность почвы изменяться в объеме под влиянием различных факторов, главным образом увлажнения и замерзания. Большое значение в этом отношении имеют почвенные коллоиды, особенно органические (перегной), способные резко увеличиваться в объеме при смачивании и уменьшаться при высыхании. По этой причине песчаные почвы, например, с ничтожным содержанием коллоидальной части совсем не набухают; напротив, почвы глинистые и суглинистые способны к набуханию и выпучиванию в значительной степени.

При изменении объема, связанном с набуханием и выпучиванием, поверхность почв трескается, трещины же способствуют потере влаги. 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 ледяных кристаллов. Нередко такое набухание сопровождается выпиранием узла кущения злаков и обрыванием их корневой системы.

В то же время имеются наблюдения, показывающие, что на почвах структурных гибель озимых от выпирания узлов кущения происходит реже.

ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Вода является необходимым условием питания и развития растений. На образование одной весовой части органического вещества они в среднем расходуют около 400 частей воды. Поэтому создание благоприятного водного режима в почве составляет одну из важнейших задач агротехники.

Главнейшими из водных свойств почвы являются следующие: влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность, или капиллярность, и испаряющая способность.

Влагоемкость. Под влагоемкостью разумеется способность почвы вмещать и удерживать то или иное количество воды.

Различают следующие виды влагоемкости: 1) полную, 2) капиллярную, 3) полевую и 4) максимальную гигроскопическую.

Полной влагоемкостью называется такое состояние влажности почвы, когда все поры последней полностью насыщены водой.

Оптимальной влажностью для большинства культурных растений условно принято считать влажность, приблизительно равную 50% полной влагоемкости данной почвы.

Капиллярная влагоемкость — количество воды, которое удерживается в почве в состоянии капиллярного насыщения при заполнении водой капиллярных пор.

Под полевой влагоемкостью разумеется количество воды, которое способно удерживаться в почве длительное время без стекания в нижние горизонты.

Максимальная гигроскопическая влагоемкость — количество влаги, которое сухая почва может поглотить из воздуха, почти полностью насыщенного парами (с относительной влажностью 94%).

Величина влагоемкости зависит главным образом от механического состава почвы и количества перегнойных веществ.

Влагоемкость почв глинистых и суглинистых выше, чем супесчаных и песчаных; при одном и том же механическом составе почвы, более богатые перегноем, обладают и большей влагоемкостью.

Всякая почва в зависимости от свойств и особенностей может удержать строго определенное количество воды.

Водопроницаемость. Водопроницаемостью называется способность почвы проводить воду из верхних горизонтов в нижние. Эта способность зависит от механического состава, наличия перегнойных веществ и структурности. Наилучшей фильтрационной способностью обладают песчаные почвы, наихудшей — глинистые. Водопроницаемость почв структурных лучше, чем бесструктурных. Поэтому тяжелые, бесструктурные почвы в несколько раз улучшают фильтрационную способность после оструктуривания.

Водоподъемная способность, или капиллярность. Водоподъемной способностью, или капиллярностью, называется способность почв медленно втягивать в себя воду по капиллярным промежуткам под действием менисковых сил, т. е. сцепления воды с почвенными частицами.

Высота и скорость капиллярного поднятия воды зависит от ширины капилляров — чем меньше диаметр почвенных пор, тем выше поднятие, и наоборот, хотя в последнем случае оно происходит с большей скоростью.

Помимо механического, существенное влияние на водоподъемность почвы оказывает и ее структурный состав: почва с разрушенной, распыленной структурой обладает лучшей капиллярной способностью, чем почва структурная.

Большое значение в этом отношении имеет уплотненность; чем больше уплотнена почва, тем сильнее в ней проявляются капиллярные свойства, тем выше может подниматься в ней влага.

Для жизни сельскохозяйственных растений наиболее благоприятной является капиллярная вода, заключенная в капиллярных порах структурных комочеков.

Испаряющая способность. Значительная часть воды, тем или иным путем попавшей в почву, теряется через испарение, скорость которого зависит прежде всего от механического и структурного состава почв.

Почвы мелкоземистые, 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.

Значительное влияние на испарение влаги почвой оказывают ветер, температура воздуха и степень его влажности; чем суще-

воздух и выше температура, тем сильнее испарение. Увеличение влажности воздуха и отсутствие ветра уменьшают потерю влаги почвой.

На величину испарения также влияет положение, или экспозиция, данного участка; так, например, южные склоны холмов сильнее испаряют влагу, чем северные.

Большое влияние на уменьшение испарения оказывает также наличие на поверхности почвы различного рода мертвого и живого покрова: опавшей листвы в лесу, травы в степи и т. д. Сильнейшими испарителями почвенной влаги являются сорные растения.

Гигроскопичность. Гигроскопичностью называется способность почвы поглощать из воздуха парообразную влагу. Гигроскопичность зависит главным образом от характера механического состава почвы и количества содержащегося в ней перегноя. Чем богаче почва глинистыми частичками и перегноем, тем выше гигроскопичность, тем большее количество парообразной влаги поглотит такая почва из воздуха.

Гигроскопичность почвы не остается постоянной. Она в значительной степени изменяется в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха. При большей влажности воздуха почва способна поглотить большее количество паров; при сухом воздухе та же почва содержит меньшее количество гигроскопической влаги. При полном насыщении воздуха водяными парами гигроскопичность достигает предела — максимальной гигроскопичности.

Формы воды в почве. Вода в почве может находиться в различных состояниях, имеющих неодинаковое значение для питания и развития растений.

Парообразная влага. Парообразная вода проникает в верхние слои почвы вместе с воздухом или же образуется в почвенных промежутках в результате испарения капельно-жидкой влаги, находящейся между почвенными частичками и агрегатами. В почве этот вид воды свободно передвигается из мест более влажных в места менее увлажненные (при условии одной и той же температуры во всех слоях почвы), и из слоев с большей температурой в участки с меньшей температурой. Практическое значение парообразной почвенной влаги в земледелии ничтожно.

Гигроскопическая влага. Часть воды, находящейся в воздухе в виде пара, поглощается поверхностью почвенных частиц, образуя гигроскопическую влагу. Количество гигроскопической влаги зависит от характера почвы, состояния температуры и влажности воздуха. Чем богаче почва перегнойными веществами, тем больше содержится в ней гигроскопической влаги, а также чем влажней воздух, тем больше воды адсорбируется почвой. При всех прочих равных условиях почва суглинистая и

глинистая всегда будет содержать больше гигроскопической влаги, чем почва песчаная или супесчаная.

Гигроскопическая влага тончайшими пленками в несколько слоев молекул облекает отдельные частицы почвы (рис. 8).

Водная пленка удерживается на поверхности почвенных частиц с большой силой, вследствие чего удалить ее можно лишь путем продолжительного нагревания почвы при температуре 105°. Будучи прочно удерживаемой на поверхности почвенных частиц, гигроскопическая влага для растений практически недоступна. Но опытами установлено, что растения начинают увядать значительно раньше, чем количество воды в почве снизится до величины гигроскопической влаги. Растения начинают уяндывать, когда количество воды в почве равно приблизительно двойной гигроскопической влажности.

То количество влаги в почве, при котором растения начинают устойчиво завядывать, называют мертвым запасом, имея в виду, что эта вода не может быть использована растениями.

Пленочная влага. На почвенных частицах поверх слоя гигроскопической влаги способны нарастать тончайшие водные слои, также удерживаемые силами молекулярного притяжения. Эта почвенная влага, расположенная несколькими одномолекулярными слоями сверх гигроскопической влаги и удерживаемая силами молекулярного притяжения почвенных частиц, называется пленочной.

Пленочная влага способна в силу осмоса и термоосмоса передвигаться в почве от частиц 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.

Капиллярная влага. Вода, заполняющая тончайшие почвенные поры, называется капиллярной влагой. Капиллярная влага находится в капельно-жидком виде и под влиянием менисковых

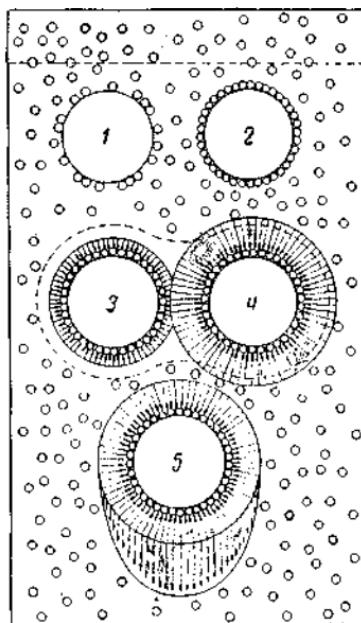


Рис. 8. Схема различных категорий воды в почве (по А. Ф. Лебедеву).

Частицы почвы, покрыты: 1 — гигроскопической водой, 2 — максимальной гигроскопической, 3—4 — пленочной, 5 — гравитационной водой.

сил передвигается в почве по самым различным направлениям. Высота капиллярного поднятия у различных почв неодинакова и зависит от величины капилляров. Так, например, в песчаных почвах капиллярное поднятие достигает 30—60 см, в лёссовидных суглинках — 3—4 м, иногда же, как показывают наблюдения в природной обстановке, капиллярное поднятие влаги в суглинистых и глинистых грунтах может достигать 6—7 м.

Капиллярная влага полностью доступна растениям.

Гравитационная вода. Если почву, в которой все капиллярные поры уже заполнены влагой, продолжать увлажнять, то при этом будут заполняться водой некапиллярные промежутки. Эта влага, свободно передвигающаяся в почве и подчиненная в своем движении исключительно силе тяжести, носит название гравитационной воды.

Гравитационная вода может передвигаться в почвенной толще только из верхних слоев вниз. Она вполне доступна для растений, но длительное наличие ее в почве является вредным, так как растения начинают страдать в этом случае от недостатка воздуха и пищи.

ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

Помимо влаги, во всякой почве всегда содержится то или иное количество воздуха, заполняющего свободные от воды почвенные поры. Значение воздуха в почве очень велико: он является необходимым условием развития биологических процессов.

Опытами установлено, что кислород воздуха в почве необходим для дыхания корней растений и жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, большинство которых относится к числу аэробов.

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 структурных, обладающих некапиллярной скважностью, воздуха всегда больше, чем в почвах бесструктурных, распыленных. С другой стороны, всякое добавочное насыщение почвы водой влечет за собой вытеснение из почвы воздуха. Водный и воздушный режимы наиболее благоприятны при структурном строении почвы.

Большое значение для растений имеет скорость обмена почвенного воздуха с атмосферой. Дело в том, что почвенный воздух всегда несколько отличается по составу от атмосферного: в результате процесса дыхания микроорганизмов и корней растений почвенный воздух обычно намного богаче углекислотой

и беднее кислородом. Помимо значительного наличия CO_2 , в почвенном воздухе часто встречаются и такие газы, как водород, сероводород, метан и фосфористый водород, образующиеся в результате развития анаэробного процесса разложения органического вещества.

Если бы не было постоянного газообмена в почве, то состав почвенного воздуха мог бы настолько ухудшиться, что стал бы совершенно непригодным для дальнейшего развития растений. Поэтому, 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.

Естественный газообмен в почве совершается под воздействием изменений температуры, вызывающих расширение и сжатие почвенного воздуха, под влиянием ветра, усиливающего процесс диффузии, под воздействием изменений атмосферного давления и, наконец, под влиянием выпадающих осадков и их испарения.

Важнейшим фактором, от которого зависит скорость газообмена, или проветривания, почвы, является скважность. При наличии некапиллярной скважности, присущей структурным почвам, обмен почвенного воздуха с атмосферным совершается быстро; при капиллярной же скважности, свойственной бесструктурным почвам, процесс диффузии в сильной степени тормозится. Отрицательно влияет на газообмен склонность бесструктурных почв заплывать, образуя на поверхности корку.

Большое значение для газообмена почвенного воздуха имеет также состояние уплотненности почвы: чем рыхлее почва, тем больше содержится в ней воздуха и быстрее совершается процесс диффузии, и наоборот, в уплотненных почвах процесс аэрации затруднен.

ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Развитие растений и жизнедеятельность почвенных микроорганизмов могут совершаться лишь при определенных тепловых почвенных условиях. Основным источником тепла в почве является солнечная лучистая энергия и лишь в незначительной степени теплота, выделяющаяся при разложении органических веществ.

Тепловые свойства, определяющие тепловой режим почв, следующие: теплопоглощение, теплоизлучение, теплоемкость и теплопроводность.

Теплопоглощение. Способность почвы поглощать тепловые лучи солнца зависит главным образом от ее цвета. Почвы темного цвета обладают этой способностью в большей степени, чем светлой или белой окраски.

Известное влияние на поглощение почвой тепла оказывают также некоторые внешние условия, например положение данной местности и наличие растительного покрова. Так, почвы участков, имеющих склон к югу, поглощают солнечного тепла больше, чем почвы северных склонов. Наличие растительного покрова, наоборот, несколько уменьшает теплопоглощение.

Теплоизлучение. 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 веществ, входящих в состав почвы, вода обладает наиболее значительной теплоизлучательной способностью. Большое влияние оказывает на лучеиспускание наличие перегноя. 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.

Теплопроводность рыхлого снега очень невелика. Поэтому наличие снега на полях сильно уменьшает теплоизлучение почвы в зимнее время.

В степных районах, где снег подвержен сдуванию ветрами, мероприятия по задержанию его на полях приобретают большое значение.

Теплоемкость. Термоемкость почв — это количество тепла в калориях, необходимое для нагрева единицы (весовой или объемной) почвы на 1°. Отдельные составные части почвы обладают различной теплоемкостью; наивысшая теплоемкость у воды (1), менее теплоемким является перегной (0,477), далее идет глина (0,233), и, наконец, наименьшую теплоемкость из всех составных частей почвы имеет кварц (0,198).

Таким образом, теплоемкость почвы в значительной степени зависит от влажности: чем влажнее почва, тем больше требуется тепла для ее нагрева. Песчаные почвы теплее глинистых, так как на их нагревание требуется меньше тепла, а в силу плохой испаряющей способности они меньше охлаждаются. Весной такие почвы становятся пригодными для обработки недели на 2—3 раньше, чем почвы суглинистые.

Теплопроводность. Это способность почв проводить тепло от нагретых слоев к более холодным, она зависит от теплопроводности их составных частей. Наименьшей теплопроводностью обладает воздух, несколько лучше — вода; наиболее же хорошо проводит тепло минеральная часть, и, наконец, перегной характеризуется весьма плохой проводимостью тепла.

Чем большие перегной и воздуха содержится в той или иной почве, тем худшим, следовательно, проводником тепла она яв-

ляется, тем длительней удерживается в такой почве аккумулированная солнечная теплота. Наоборот, почвы, обедненные перегноем, бесструктурные, плотные, заключающие мало воздуха и сильно увлажненные, отличаются способностью быстро терять тепло.

ОБРАЗОВАНИЕ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ

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 рыхлении на отдельные комочки или агрегаты называется структурностью.

Структурой же почвы называют отдельности, или агрегаты, на которые она распадается.

Различают макроструктуру и микроструктуру. Под макроструктурой обычно подразумевают те почвенные комочки, диаметр которых колеблется от 0,25 до 10 мм; к микроструктуре относятся комочки мельче 0,25 мм. Агрегаты крупнее 10 мм называются глыбистой структурой.

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

В агрономическом отношении наиболее цennыми являются мелкокомковатая и зернистая структуры с величиной агрегатов от 1 до 10 мм.

Главнейшим качеством почвенной структуры является водопрочность, под которой понимается способность комочек противостоять размыванию и разрушению их водой.

В природе встречаются почвы как с хорошо выраженной прочной комковатой, так и со слабой, легко распадающейся структурой.

Наряду со структурными почвами в природе встречается не мало почв, вовсе не имеющих структуры. Такого рода бесструктурными или раздельночастицами почвами в большинстве случаев являются песчаные, а также супесчаные почвы, обедненные перегноем.

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

Агрономически ценная структура, факторы ее образования и разрушения. Образование структуры возможно в тех почвах, в которых содержится значительное количество глинистых ча-

стичек и перегной. Чем богаче почва минеральными и органическими коллоидами, тем шире возможности агрегации почвы.

Особенно большое значение имеет перегной. Перегной как коллоидное вещество под влиянием катионов кальция и магния способен переходить в необратимую форму и давать упругий и нерастворимый в воде цемент. Этот цемент и придает структурным агрегатам способность не расплываться в воде, т. е. водо прочность.

Среди многих факторов структурообразования необходимо отметить травянистую растительность. Образующийся в результате разложения травянистых растительных остатков перегной пропитывает почвенные комочки и прочно их скрепляет.

Наряду с травами любая полевая культура, как, например, пшеница, кукуруза, рожь, ячмень, горох, люпин и др., также оказывает влияние на структурообразование, при этом чем выше урожай и чем больше обогащается почва корневыми органическими остатками, тем лучше создаются условия для образования почвенной структуры.

В образовании агрономически ценной 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.

Этим объясняется тот факт, что на огородных землях нечерноземной зоны, где травы никогда не высеваются, а возделываются интенсивные культуры и ежегодно вносятся в больших дозах органические удобрения, почвы отличаются хорошо выраженной комковатой структурой.

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

Наряду со структурообразованием в природе имеет место и разрушение структуры, под которым разумеется распад структурного комка на составляющие его механические элементы. Разрушение почвенной структуры может вызываться отчасти деятельностью атмосферных осадков, преимущественно в самых поверхностных слоях почвы. Некоторое разрушение структурных агрегатов происходит в результате многократного дискования и боронования пересохших почв.

Частичное разрушение почвенных агрегатов связано с передвижением по полю различного рода орудий, телег, животных и т. д. Заметно портится структура и при пахоте сильно влажной почвы, когда она не крошится, а мажется, залипает, а также и при вспашке пересохшей почвы.

Во избежание разрушения структуры почву необходимо обрабатывать в состоянии физической спелости, т. е. при наименьшей связности, когда она хорошо рыхлится, не залипает и не дает глыб.

Распыление почвы вызывается отчасти и причинами биологического порядка. Во всех почвах под влиянием микроорганизмов всегда идет разложение органического вещества, особенно энергичное при развитии аэробных процессов. Процессам минерализации подвергается и перегной, являющийся основным цементирующим веществом в образовании почвенной структуры. Как следствие, при минерализации органического вещества почва обедняется перегноем и постепенно утрачивает прочность структурных агрегатов.

Производственное значение почвенной структуры. Агрономически ценная структура имеет положительное производственное значение в глинистых и суглинистых почвах.

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

Структурная связная почва в отличие от бесструктурной лучше усваивает и сохраняет атмосферную влагу.

В структурных почвах возможно одновременное присутствие и воды, и воздуха. Наличие воды внутри комка в структурной почве не препятствует присутствию воздуха в крупных промежутках между комками. Поэтому в структурной почве вода и воздух не бывают антагонистами.

Бесструктурные связные почвы при выпадении осадков способны к заплыванию и образованию корки, отрицательным образом влияющей на развитие растений; структурные почвы почти не заплывают. В структурной почве больше пор, что в значительной степени облегчает развитие корневой системы растений. Меньше требуется тяговых усилий и при обработке структурных почв.

Вместе с тем, будучи более пористыми, структурные почвы лучше впитывают влагу, в меньшей степени подвержены смыву и размыву, или эрозии, чем почвы бесструктурные.

Из сказанного, однако, все же вытекает, что все слабоструктурные и бесструктурные почвы следует рассматривать как почвы, непригодные для земледелия или малоплодородные.

При высоком уровне применяемой агротехники на любых почвах можно получать большие урожаи сельскохозяйственных растений.

Вся сущность вопроса заключается в том, что на связных структурных почвах достигается несколько более высокая эффективность агротехнических мероприятий, применяемых в том или ином конкретном хозяйстве.

Поэтому совершенно недопустимо переоценивать значение почвенной структуры, как это делал акад. В. Р. Вильямс, утверждавший, что структура — это главное, основное условие пло-

дородия почвы, что урожай вседело зависит от почвенной структуры.

Такого рода утверждение является несостоительным как в теоретическом, так и производственном отношении.

Пути создания и сохранения почвенной структуры. В деле улучшения и сохранения от разрушения агрономически ценной водопрочной структуры практика земледелия располагает рядом различных агротехнических средств. Одним из наиболее существенных является систематическое и в достаточном количестве обогащение почв органическими веществами. Органические удобрения при своевременном и правильном внесении образуют в почве дополнительное количество 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 прочной почвенной структуры, но и рациональное использование ее в целях предохранения от разрушения.

Важнейшими мероприятиями, обусловливающими 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 практику земледелия начинает внедряться искусственное оструктуривание почв путем применения различного рода полимеров. Процесс взаимодействия полимеров с почвенными частицами сопровождается коагуляцией и адсорбцией, в результате чего в почве возникает водопрочная структура.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

I. Определение объемного веса почвы

Определение объемного веса производят следующим образом.

Тщательно, не нарушая структуры, вырезают при помощи стального цилиндра (бур Качинского) из того или иного почвенного слоя в поле определенный объем почвы, например 10 или

70 см³. Для взятия проб делают предварительно почвенный разрез. Пробу берут с отвесной стенки разреза. Взятую почвенную пробу переносят в алюминиевый стаканчик, высушивают при 105° и взвешивают. Вес сухой почвы делят на объем бура в кубических сантиметрах. Полученное при этом число будет характеризовать объемный вес данной почвы.

Например: вес сухой почвы — 30 г; объем сухого почвенного образца — 20 см³. Объемный вес почвы равен $\frac{30}{20} = 1,5$.

II. Определение удельного веса твердой фазы почвы

Определение удельного веса твердой фазы почвы производят при помощи пикнометра емкостью в 100 мл.

Ход работы таков.

1. Наполняют пикнометр дистиллированной водой, из которой предварительно кипячением удален весь воздух.

2. Пикнометр погружают на 15—20 минут в кристаллизатор (или другой сосуд), наполненный водой, температура которой должна соответствовать температуре, обозначенной на пикнометре.

3. По достижении необходимой температуры пикнометр вынимают из воды, обсушивают его фильтровальной бумагой (беря пикнометр за горлышко и стараясь меньше нагревать его рукой) и взвешивают (вместе с водой) на аналитических весах.

4. Взвешивают на аналитических весах 10 г почвы (мелкозем <1 мм), переносят ее в фарфоровую чашечку, осторожно (не распыляя) обливают дистиллированной водой и кипятят на слабом огне 10 минут для удаления пузырьков поглощенного почвой воздуха.

5. После охлаждения почву переносят при помощи воронки в пикнометр, из которого предварительно выливают воду. Приставшие к чашечке и воронке частицы почвы смывают водой в пикнометр и затем содержимое пикнометра осторожно доводят до метки кипяченой дистиллированной водой.

6. Пикнометр с водой и почвой взвешивают на аналитических весах при той же температуре, как и в первом случае.

7. Вычисляют удельный вес твердой фазы почвы ($\bar{\Delta}$) по формуле:

$$\bar{\Delta} = \frac{B}{(A+B)} - C \cdot K,$$

где: $\bar{\Delta}$ — удельный вес твердой фазы почвы,

A — вес пикнометра с водой,

B — навеска почвы,

C — вес пикнометра с водой и почвой,

K — поправочный коэффициент перевода на абсолютно сухую почву.

III. Определение порозности, или скважности, почвы

Определение скважности почвы производят на основании данных объемного веса и удельного веса твердой фазы почвы.

Если объемный вес почвы, равный, например, 1,5, разделить на удельный вес твердой фазы почвы, равный, допустим, 2,5, то узнаем, какую часть объема в 1 см³ занимают твердые частицы почвы. В данном примере это составит 1,5 : 2,5 = 0,6, т. е. твердые частицы занимают 0,6 см³, а 0,4 см³ приходится на почвенную скважность, или порозность. Выразив эту величину в процентах, получаем, что скважность почвы равна 40%.

Обычно для вычисления скважности почвы пользуются следующей формулой:

$$P = \left(1 - \frac{d_1}{d_2}\right) \cdot 100,$$

где: P — порозность,

d_1 — объемный вес,

d_2 — удельный вес твердой фазы почвы.

IV. Определение полевой влажности почвы

Влажностью почвы называется количество воды в ней, выраженное в процентах к весу абсолютно сухой почвы.

Для определения влажности в поле с нужной глубины во взвешенный сушильный стаканчик берут приблизительно 10—15 г почвы, а в лаборатории взвешивают ее на технических весах с точностью до 0,01 г. Затем стаканчик с открытой крышкой ставят в сушильный шкаф и сушат при 105° в течение 6 часов. После высушивания стаканчик вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышкой и ставят в экспандор для охлаждения. Остывшую почву взвешивают.

Все результаты взвешиваний и расчетов записывают по следующей примерной форме.

Почва	Номер стаканчика	Вес пустого стаканчика	Вес стаканчика с сырой почвой	Навеска сырой почвы	Вес стаканчика с почвой после высушивания	Потеря от высушивания	Вес абсолютно сухой почвы	Процент влаги
Почва № 7 Слой почвы 3—15 см . .	135	26,15	41,25	15,10	39,20	2,05	13,05	15,70

Влажность почвы выражается в процентах не к навеске сырой почвы, а к весу абсолютно сухой почвы. Так, согласно при-

стрииным данным, приведенным выше в таблице, процент влажности почвы составляет

$$X = \frac{2,05 \cdot 100}{13,05} = 15,70.$$

Соично для вычисления влажности почвы пользуются следующей формулой:

$$\frac{B - C}{C - A} \cdot 100,$$

где: A — вес пустого сушильного стаканчика,
 B — вес стаканчика с сырой почвой,
 C — вес стаканчика с почвой после высушивания.

V. Определение капиллярной влагоемкости почвы

Для определения капиллярной влагоемкости почвы пользуются обычно небольшим металлическим цилиндром с сетчатым дном, высотой около 20 см и диаметром 4—5 см.

Ход работы заключается в следующем.

1. Взвешивают на технических весах цилиндр с сетчатым дном, предварительно положив на его дно кружок фильтровальной бумаги и смочив ее.

2. Постепенно наполняют приблизительно $\frac{3}{4}$ объема цилиндра воздушно-сухой почвой, уплотняя ее постукиванием о мягкий предмет (бумажная папка, книга и т. д.).

3. Взвешивают цилиндр с почвой на технических весах и узнают вес почвы.

4. Ставят цилиндр с почвой в сосуд с водой и доводят уровень воды в сосуде до нижней поверхности почвы в цилиндре.

В процессе насыщения почвы водой время от времени подливают воду в сосуд, чтобы уровень воды не оторвался от почвы.

5. Через сутки, когда почва пропитается водой, цилиндр осторожно вынимают, вытирают снаружи полотенцем и взвешивают.

6. Влажность, выраженная в процентах по отношению к навеске воздушно-сухой почвы, равна капиллярной влагоемкости. Вычисляется капиллярная влагоемкость по формуле:

$$A = \frac{100(c - a) \cdot K}{(b - a)},$$

где: A — капиллярная влагоемкость почвы в процентах,
 a — вес пустого цилиндра,
 b — вес цилиндра с воздушно-сухой почвой,
 c — вес цилиндра с почвой после насыщения водой,
 K — коэффициент перевода результатов анализа на абсолютно сухую почву.

VI. Определение полной влагоемкости почвы

Полную влагоемкость определяют в той же почве, которая служила для определения капиллярной влагоемкости.

Для этой цели цилиндр с почвой ставят в сосуд с водой, уровень которой доводят до верхнего уровня почвы в цилиндре. Время от времени надо подливать воду в сосуд, чтобы уровень воды не стал ниже поверхности почвы. Через сутки цилиндр с почвой вынимают, быстро вытирают полотенцем и взвешивают.

Общую влагоемкость вычисляют по той же формуле, что и капиллярную.

VII. Определение почвенной структуры

Исследование почвенной структуры производится путем определения общего количества агрегатов в почве (структурный анализ почвы) и путем определения количества водопрочных агрегатов (агрегатный анализ почвы).

Структурный анализ почвы. Целью структурного анализа почвы является определение процентного содержания всех структурных комочек различной величины без учета их водопрочности в данной почве.

Структурный анализ почвы заключается в просеивании ее на ситах с определенными отверстиями и последующем взвешивании полученных отдельных фракций, выражаемых в процентах. Обычно применяют колонку из 7 сит с отверстиями в 10; 5; 3; 2; 1; 0,5 и 0,25 мм. В результате просеивания взятая для анализа почва расщепляется на 8 фракций: 1) крупнее 10 мм; 2) 10—5 мм; 3) 5—3 мм; 4) 3—2 мм; 5) 2—1 мм; 6) 1—0,5 мм; 7) 0,5—0,25 мм; 8) мельче 0,25 мм.

Для сухого просеивания берут на технических весах не менее 0,5 кг воздушно-сухой почвы и постепенно просеивают ее через колонку сит, перенося почву на верхнее сито порциями 100—200 г. Перед просеиванием на колонку сит надевают крышку и поддонник. Просеивание почвы производят горизонтальным движением сит. После просеивания фракции структурных комочек с каждого сита взвешивают на технических весах и вычисляют процент каждой фракции во взятой навеске.

Агрегатный анализ почвы. Для определения процентного содержания водопрочных агрегатов применяют «мокрый» метод путем рассева почвы на ситах в воде.

Необходимо отметить, что при непосредственном погружении сухой почвы в воду почвенные комочки подвергаются сильному разрушению. Причиной является то, что находящиеся в комочках воздушные пузырьки под давлением проникающей в почву воды вырываются наружу и вызывают механическое разрушение агрегатов. Во избежание этого явления почву погру-

лагут в воду не сразу, а после предварительного постепенного насыщения ее водой.

Техника анализа такова.

1. Составляют навеску почвы; для этого из каждой фракции, полученной после структурного анализа (за исключением фракции $<0,25$ мм, которая совсем не берется), берут количество, равное в граммах половине процентного содержания данной фракции. Например, при содержании в почве 15% фракции от 10 до 5 мм берут 7,5 г, из фракции 5—3 мм, составляющей 24%, берут 12 г и т. д.

2. Составленную таким образом навеску почвы осторожно переносят в литровый цилиндр.

3. Приливают по стенке цилиндра водопроводную воду с тем, чтобы почва постепенно увлажнялась снизу и в комках не осталось поглощенного воздуха, который может в дальнейшем разрушать комки.

4. Увлажненную почву в цилиндре оставляют в покое на 10 минут, после чего доливают цилиндр водой доверху. Затем цилиндр закрывают плотно стеклом и несколько раз быстро наклоняют до горизонтального положения и опять ставят вертикально.

5. Составляют колонку из сит диаметром 20 см с отверстиями в 3, 2, 1, 0,5 и 0,25 мм без поддона и крышки. Сита скрепляют металлическими прутьями или пластинками, пропущенными в скобки с боков сит. Колонку сит погружают в сосуд (например, ведро) с водопроводной водой так, чтобы над верхним ситом оставался слой воды около 8—10 см.

6. Цилиндр доливают водой до выпуклого мениска и закрывают стеклом так, чтобы под ним не оставалось пузырьков воздуха. Затем переворачивают цилиндр вверх дном и ждут, пока основная масса агрегатов упадет на плотно прижатое к верхнему обрезу цилиндра стекло (2—4 секунды). Переворачивают цилиндр обратно и ожидают падения почвы на дно. Таких оборотов производят 10 в одну сторону и столько же в другую.

7. После 10 полных оборотов, не сдвигая стекла, цилиндр быстро опрокидывают на набором сит и погружают его горловиной в воду над верхним ситом колонки, не дотрагиваясь до dna сита.

8. Стекло, закрывающее цилиндр, быстро отнимают и открывают цилиндр. Плавными движениями цилиндра, следя за тем, чтобы в него не ворвался воздух, почву распределяют по поверхности сита. Через 40—50 секунд цилиндр закрывают стеклом под водой и убирают.

9. Просеивают под водой почву путем встряхивания следующим образом: не вынимая набор сит из воды, его поднимают на 3—4 см и быстрым отрывистым движением опускают вниз. Че-

рез 2—3 секунды движения повторяют. После десяти таких движений снимают верхние два сита и продолжают таким же образом встряхивать оставшиеся сита еще пять раз.

10. Сита вынимают из воды и оставшиеся на ситах агрегаты смывают струей воды из промывалки в большие фарфоровые чашки. После оседания почвенных агрегатов на дно чашек осторожно сливают воду и переносят агрегаты почвы в небольшие, предварительно взвешенные чашечки.

11. Избыток воды из этих чашечек удаляют декантацией (сливанием).

12. Чашки ставят на песчаную баню, комки высушивают до воздушно-сухого состояния и после охлаждения взвешивают на технических весах.

13. Процентное содержание каждой фракции агрегатов (P) вычисляют по формуле:

$$P = \frac{a \cdot 100}{b},$$

где: a — вес фракции в г,

b — вес воздушно-сухой почвы в исходной навеске.

Результаты анализа записывают в сводную таблицу следующей формы.

Вид анализа	№ почвенно-го образца	Количество структурных элементов разного диаметра (в мм) в процентах от веса почвы						
		> 10	10—5	5—3	3—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25
Структурный . . .								
Агрегатный . . .								

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

ЭЛЕМЕНТЫ ПИЩИ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Макро- и микроэлементы. Одним из важнейших условий плодородия почвы является наличие в ней питательных элементов, необходимых для роста и развития культурных растений и микрофлоры.

В состав культурных растений входит очень большое количество самых разнообразных элементов. Однако далеко не все они оказываются в одинаковой мере необходимыми для жизни растений.

Безусловно необходимыми для питания растений элементами, забираемыми вместе с водой из почвы, являются следующие: N, P, K, Ca, Mg, S и Fe. Эти элементы попадают в растение через корневую систему в форме различного рода растворимых минеральных соединений и служат тем материалом, из которого создаются вегетативные и продуктивные органы.

Все перечисленные выше элементы являются равнозначными с точки зрения питания растений, и отсутствие одного из них в почве неизбежно влечет за собой остановку роста, а затем и гибель растения. Кроме того, все эти элементы являются в то же время и незаменимыми питательными веществами для растений: нельзя, например, отсутствие азота в почве восполнить избытком фосфора или кальция, а недостаток калия — серой или железом и т. д.

Наряду с перечисленными элементами существенную роль в питании растений играют микроэлементы, т. е. элементы, забираемые растениями из почвы в ничтожно малом количестве. К их числу относятся: молибден, бор, медь, мышьяк, кобальт, марганец и др. Микроэлементы оказывают большое влияние на усвоение и превращение веществ, на рост и развитие растений, на устойчивость их к болезням и другим неблагоприятным факторам и в конечном итоге на урожай и его качество.

В природе микроэлементы распространены в почвах, воде, растениях, микроорганизмах. Однако не во всех почвах они содержатся в достаточном для растений количестве, а в отдельных почвах некоторые из них совсем отсутствуют. Между тем при отсутствии многих микроэлементов растения не могут нормально развиваться, а при их недостатке подвергаются различным заболеваниям. Поэтому периодическое обогащение почв микроэлементами имеет важное практическое значение.

Питательные вещества растений в почве и их динамика. Элементы зольной и азотной пищи для растений находятся в почве в различных формах: одна часть — в виде растворимых солей, а другая — в виде не растворимых в воде органических и минеральных соединений. Легко растворимые соли в отличие от нерастворимых соединений называются усвояемыми соединениями. Тем не менее они не являются единственным источником питания растений. Растения способны в той или иной мере усваивать необходимые им элементы и из твердых, не растворимых в воде соединений.

Установлено, что живые корни растений выделяют во внешнюю среду кислые вещества, по силе действия равные приблизительно 1—3-процентному раствору уксусной или лимонной кислот. Эти кислые выделения корней и способствуют частичному переведению в раствор соединений, находящихся в почве в нерастворимом состоянии.

Таким образом, к удобоусвояемым веществам следует отнести почвенные соединения, как растворимые, так и не растворимые в воде, но растворимые в слабых кислотах.

Растворимые питательные вещества, содержащиеся в почвенном растворе обычно в очень малом количестве, постоянно образуются в почвах под воздействием химических и биологических процессов из нерастворимых минеральных и органических соединений. При этом источником образования азотистых минеральных соединений являются исключительно органические вещества. Что же касается накопления других питательных элементов (P, K, Ca, S, Fe, Mg), то они образуются, с одной стороны, в результате минерализации органических веществ, а с другой — при выветривании минеральной части почвы. Однако и в отношении этих элементов основное значение имеют органические вещества почвы, как главный источник пищи растений.

Запасы питательных веществ в почвах и их доступность для растений. Общие запасы элементов зольной и азотной пищи в различных почвах неодинаковы. Содержание азота, например, в дерново-подзолистых почвах достигает 5—6 т/га, в черноземах 20—35, в каштановых 10—15, в сероземах 7—10 т/га; содержание P_2O_5 в большинстве почв достигает нескольких тонн, а валовое количество K_2O и CaO — десятков тонн на 1 га. Тем не менее, несмотря на такие большие запасы питательных веществ, наши почвы, даже самые богатые, нуждаются в дополнительном внесении удобрений. Это свидетельствует о том, что лишь ничтожная часть имеющихся в почве питательных веществ является доступной для усвоения растениями. Основная же масса элементов зольной и азотной пищи содержится в почве в форме неусвояемых соединений, составляющих химическое богатство почвы.

Только в результате минерализации органических веществ, а также выветривания минеральных соединений заключенные в них элементы пищи переходят постепенно в растворимую форму и становятся усвояемыми для растений. Недостающее же для получения высокого урожая количество питательных веществ восполняется путем обогащения почвы органическими и минеральными удобрениями.

ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР И ЕГО СВОЙСТВА

Весьма существенной составной частью почвы, непосредственно влияющей на рост и развитие растений, является почвенный раствор. Под почвенным раствором разумеется капельно-жидкая влага, которая циркулирует в почве и всегда содержит то или иное количество растворенных веществ.

В состав почвенного раствора входят как минеральные, так и органические 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.

Количественный и качественный состав почвенного раствора для разных почв весьма различен. Так, в незасоленных почвах общее количество растворенных веществ очень невелико и выражается десятками долей грамма на литр раствора (g/l). В засоленных же почвах концентрация растворимых соединений в почвенном растворе очень высока и плотный остаток изменился десятками граммов на литр.

Весьма важным свойством почвенных растворов является их реакция. Она зависит от типа почв: для дерново-подзолистых и подзолистых почв — кислая, для черноземов — слабокислая или нейтральная, для солончаков и солонцов — в той или иной степени щелочная. Реакция почвенных растворов может сильно колебаться в довольно широких пределах, начиная от $pH = 3-3,5$ и кончая $pH = 10-11$. Наиболее благоприятной реакцией почвенного раствора для большинства культурных растений является слабокислая или слабощелочная ($pH = 6-7,5$).

Состав почвенного раствора не остается постоянным во времени, он непрерывно меняется: часть растворенных веществ усваивается растениями и микроорганизмами, некоторая часть вымывается в глубокие горизонты, часть переходит в поглощенное состояние и т. д.

По характеру почвенного раствора можно в известной степени судить о характере и направлении почвообразовательного процесса, а в связи с этим и о тех мероприятиях, с помощью которых должно производиться улучшение данных почв.

В целях изучения почвенный раствор предварительно выделяют из почвы и подвергают соответствующим анализам. В практике же прямое изучение почвенного раствора очень часто заменяется методом водных вытяжек. Для этого навеску исследуемой почвы смешивают с дистиллированной водой, хорошо взбалтывают и затем фильтруют. Полученный при этом фильтрат и будет представлять 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. Но тем не менее анализ водной вытяжки может служить достаточным основанием для суждения о характере почвенного раствора, а в связи с этим в известной степени и о характере и качестве почв.

Регулирование состава почвенного раствора в практике земледелия осуществляется внесением удобрений, обработкой почв и мелиорацией.

ВРЕДНЫЕ ДЛЯ РАСТЕНИЙ ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Кроме питательных веществ, в почвах иногда могут образовываться и вредные соединения, губительно отражающиеся на развитии сельскохозяйственных культур.

Наиболее часто в почвенной среде встречаются следующие вредные вещества: кислоты, подвижный алюминий, легко растворимые соли в высокой концентрации (NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , CaSO_4 , CaCl_2 , Na_2CO_3), затем ряд неокисленных соединений, как, например, H_2S , CH_4 , PH_3 , и, наконец, закисные формы соединений, как FeO и др. Сообразно с характером и свойствами вредных соединений в почвах применяются и соответствующие приемы борьбы с ними. Так, например, для уничтожения кислотности дерново-подзолистых почв в практике широко применяют известкование; вносимая в почву известь нейтрализует кислоты. Удаление избытка легко растворимых солей на засоленных почвах достигается при помощи промывания. Уничтожение же вредных для растений веществ в виде закисных и неокисленных соединений осуществляется путем усиления доступа воздуха в почву, т. е. при помощи мелиорации и глубокой механической обработки.

УСЛОВИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Плодородие почвы зависит от всего комплекса взаимосвязанных и взаимообусловленных химических, физических и биологических процессов, происходящих в ней.

Под плодородием, или производительной способностью почвы, следует понимать совокупность почвенных условий, которые наилучшим образом обеспечивают хороший рост и развитие возделываемых растений. Эти условия сводятся в основном к следующему.

1. Почва должна содержать в достаточном количестве и в удобоусвояемой форме все необходимые для питания растений вещества.

2. В почве должно быть достаточное количество влаги.

3. Почва должна обладать благоприятными тепловыми свойствами.

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 быть чистой от сорняков и обладать известной рыхлостью, обеспечивающей свободное развитие корневой системы растений.

Производительная способность почвы является функцией не одних только минеральных питательных веществ, но всей суммы свойств и всей совокупности процессов физико-химического и биологического порядка, которые присущи той или иной почве.

Вот почему 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.

Благоприятные условия почвенного плодородия 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 отметить, что не всякая вовлеченная в обработку почва может быть названа культурной. Почва, даже старопахотная, но изобилующая сорняками, бесструктурная, с маломощным пахотным слоем, с ничтожным содержанием перегноя и отличающаяся низкой производительностью, очевидно, не может подойти к категории культурных почв. Это скорее некультурная почва, представляющая неизбежный результат низкой агротехники, нерационального, хищнического использования земли.

Под культурной следует понимать всякую освоенную и вовлеченную в сельскохозяйственное использование почву, свободную от сорняков и валунов, с прочной комковатой структурой, мощным пахотным слоем, достаточным содержанием элементов пищи для растений и 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 почв, тем быстрее эти почвы приобретают новые положительные свойства, тем скорее они становятся культурными, сочетающими наилучшим образом все важнейшие условия, необходимые для нормального роста и развития растений.

Высокая культура земледелия не может базироваться только на использовании естественного плодородия и получать урожай лишь за счет питательных веществ, имеющихся в самой почве от природы. Это экстенсивный, нерациональный путь использования земли. Прогрессивное окультуривание почв и повышение их эффективного плодородия возможны только в условиях ин-

тенсивного земледелия, когда количество питательных веществ в почвах не уменьшается, а из года в год увеличивается.

Главным путем быстрого повышения эффективного плодородия почв в большинстве случаев являются удобрения.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Анализ водной вытяжки

Приготовление водной вытяжки. Для приготовления водной вытяжки отвешивают на технических весах в фарфоровой чашке 100 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями 1 мм. Навеску почвы через воронку с широким и коротким горлышком переносят в стеклянную банку с притертой пробкой. В банку приливают 500 мл дистиллированной воды. Содержимое банки взбалтывают в течение 3 минут и затем фильтруют, применяя для ускорения фильтрации складчатый фильтр. При этом на фильтр следует наливать неостоявшуюся мутную жидкость с почвой, так как слой почвы на фильтре лучше задерживает коллоидальные почвенные частицы. Первые мутные порции фильтрата обычно переносят вновь на фильтр и перефильтровывают еще раз.

Исследование полученной вытяжки должно производиться в день ее приготовления, так как водная вытяжка очень легко изменяет химический состав под влиянием микробиологических процессов и становится непригодной для получения правильного представления об анализируемой почве.

В приготовленной водной вытяжке чаще всего определяют: а) общее количество водорастворимых веществ (сухой остаток); б) общую сумму минеральных водорастворимых веществ (прокаленный остаток); в) потерю при прокаливании; г) кальций, хлор и серную кислоту (качественно).

Определение общей суммы водорастворимых веществ (сухой остаток). В водную вытяжку из почвы переходят как минеральные, так и органические вещества.

Для определения общей суммы водорастворимых веществ (сухого остатка) берут пипеткой 100 мл водной вытяжки, выпаривают на водяной бане в предварительно высушелной и взвешенной на аналитических весах фарфоровой чашечке или тигле досуха. Затем чашечку с сухим остатком помещают в сушильный шкаф и высушивают при температуре 105° до постоянного веса. После высушивания чашечку с осадком охлаждают в экскаторе и взвешивают на аналитических весах. Количество сухого остатка вычисляют в процентах к весу воздушно-сухой почвы по формуле:

$$A = \frac{a \cdot V \cdot 100}{b \cdot c},$$

где: A — сухой остаток в процентах,
 a — вес сухого остатка в граммах,
 V — общее количество воды, взятой для приготовления водной вытяжки,
 v — объем вытяжки, взятой на выпаривание,
 c — навеска почвы, 100 — перевод в проценты.

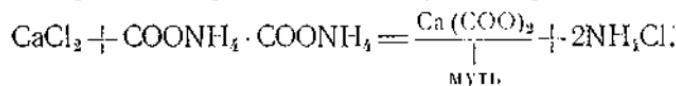
Определение общей суммы минеральных воднорастворимых веществ (прокаленный остаток). Определение общей суммы минеральных воднорастворимых веществ производится таким образом: фарфоровую чашечку с высушенным и взвешенным сухим остатком прокаливают в течение 1—2 часов в тигельной печи или на газовой горелке при температуре не выше 600°, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Вес минеральных воднорастворимых веществ определяют по разности весов пустой чашечки и чашечки с прокаленным остатком. Количество прокаленного остатка вычисляют в процентах к весу воздушно-сухой почвы по вышеприведенной формуле, относящейся к определению сухого остатка в водной вытяжке.

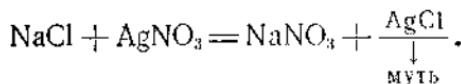
Определение потери при прокаливании. Для определения величины потери при прокаливании, т. е. суммы органических воднорастворимых веществ, надо от процентного содержания сухого остатка отнять количество прокаленного остатка, также выраженное в процентах. Например: сухой остаток составляет 0,432%, а прокаленный — 0,283%, тогда величина потери при прокаливании будет $0,432 - 0,283 = 0,149\%$.

Качественное определение ионов кальция, хлора и сульфат-ионов. В водной вытяжке очень часто присутствуют ионы кальция, хлора и сульфат-ионы.

При качественном определении ионов Ca^{++} в пробирку с водной вытяжкой прибавляют 4%-ный раствор щавелевокислого аммония. Помутнение вытяжки говорит о присутствии в ней ионов Ca . При этом происходит следующая реакция:

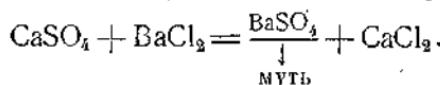


При определении ионов Cl^- к водной вытяжке в пробирке прибавляют несколько капель 10%-ного раствора азотнокислого серебра и несколько капель азотной кислоты. При наличии ионов Cl^- происходит реакция с образованием AgCl , выпадающего в осадок:



Азотную кислоту прибавляют для того, чтобы предотвратить выпадение углекислого серебра в тех случаях, когда почва содержит карбонаты.

При качественном определении ионов SO_4^{2-} к водной вытяжке, слегка подкисленной соляной кислотой, прибавляют хлористый барий, и реакция протекает таким образом:



Ион Ba^{2+} образует с SO_4^{2-} нерастворимую соль BaSO_4 , выпадающую в виде белой муты.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ПОЧВЫ СССР

ПОНЯТИЕ О ТИПАХ ПОЧВ И ПОЧВЕННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Почвенный покров СССР отличается большой сложностью и разнообразием. Поэтому познание всего многообразия почв без определенной их группировки, или классификации, было бы весьма затруднительным.

Возникает необходимость кратко остановиться на тех главнейших группировках, на которые в настоящее время подразделяют все почвы земного шара.

Наиболее естественной основой для группировки является генезис почв, т. е. совокупность условий и процессов их происхождения и развития. Классификация, построенная на этом принципе, носит название генетической.

Основной классификационной единицей в почвоведении принято считать почвенный тип. Под названием тип почвы разумеют суммарное понятие о большом ряде конкретных почв, объединяемом некоторыми общими, наиболее существенными и характерными свойствами и однотипностью природных условий почвообразования в течение длительного периода времени.

К основным типам почв относятся: 1) тундровые глеевые почвы, 2) дерново-подзолистые, 3) подзолистые, 4) болотные, 5) серые лесные почвы, 6) черноземы, 7) каштановые почвы, 8) бурые пустынно-степные почвы, 9) сероземы, 10) солончаки, 11) солонцы, 12) сододи, 13) такыры, 14) красноземы, 15) пойменные аллювиально-дерновые почвы.

Каждый почвенный тип охватывает большие группы почв, отдельные представители которых могут некоторыми чертами заметно отличаться друг от друга, 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 виды и разновидности.

Вид — группа почв, выделяемых по степени развития почвообразовательных процессов (степень оподзоленности, количество гумуса и мощность гумусового слоя, степень засоленности и т. д.).

Разновидность — подразделение, выражающее механический состав почв.

ПОЧВЕННЫЕ ЗОНЫ И ИХ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ

Почвенные типы на материках земного шара образуют почвенные зоны, или почвенные пояса, которые закономерно смешаются друг друга 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, смежающие друг друга в направлении с севера на юг, называются горизонтальными. Кроме них, существуют еще вертикальные зоны, под которыми понимают закономерную смену почв в горных областях, начиная от предгорья до вершин горных кряжей.

Ни в одной почвенной зоне почвенный покров не является однородным. Нередко в почвенных зонах, помимо основного или преобладающего типа почв, могут быть почвы других типов.

Некоторые типы почв, как, например, солончаки, солонцы, солиди и дерново-аллювиальные пойменные почвы, не образуют самостоятельных почвенных зон. Такого рода почвенные образования получили название интразональных почв.

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 на территории СССР являются следующие: 1) тундра, 2) дерново-подзолистая, или лесо-луговая, 3) лесостепная, 4) черноземная, или лугово-степная, 5) зона каштановых почв, или сухих степей, 6) сероземная, или зона пустынных степей, 7) красноземная, или зона влажных субтропиков.

Тундровая зона характеризуется широким развитием болотных почв.

В лесо-луговой зоне преобладают почвы дерново-подзолистого и подзолистого типов, значительное распространение имеют болотные почвы.

В лесостепной зоне характерными являются серые лесные почвы в сочетании с черноземами и дерново-подзолистыми почвами.

Черноземная, или лугово-степная, зона характерна развитием зональных черноземных почв, а также наличием солончаков, солонцов и солодей.

В зоне капитановых почв, или сухих степей, преобладают капитановые и бурье почвы; значительное распространение здесь имеют солончаки, солонцы и солоди.

Зона сероземов, или пустынных степей, характеризуется широким развитием сероземов, на фоне которых часто встречаются солончаки, такыры и песчаные пустыни.

Зона красноземов, или влажных субтропиков, характерна развитием красноземов и желтоземов.

ЕДИНЫЙ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС И ТИПЫ ПОЧВ КАК СТАДИИ ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ

Обобщая все вышеизложенное, необходимо подчеркнуть, что всякая почва, как и почвообразовательный процесс, обусловливающий 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 в силу внутренней необходимости из одной разновидности в другую, из одного типа почвообразования в другой.

Поэтому и та зональная закономерность в распространении почвенных типов, которая наблюдается в настоящее время на материалах земного шара, не является застывшей и неподвижной, эта закономерность динамическая, изменяющаяся во времени и пространстве в соответствии с изменениями внешних условий почвообразования и внутренних свойств самих почв. Так, например, обширные площади болот в лесо-луговой зоне в далеком прошлом были заняты другими почвами; иными почвенными образованиями в прошлом были представлены земельные площади, занятые в настоящее время солончаками и солонцами в южных областях нашей страны. Не подлежит сомнению, что и современная черноземная зона также вовсе не была всегда одной и той же почвенной зоной. В ней, равно как и во всех других почвенных зонах, в историческом прошлом одни почвенные образования неоднократно сменялись другими.

Изменение почв, процесс превращения одних почвенных типов в другие непрерывно, хотя и весьма медленно, совершается и в настоящее время. Наблюдениями установлены факты перехода, например, дерново-подзолистых и подзолистых почв в болотные, серых лесостепных почв в черноземы, черноземов — в

капитановые почвы, факты постепенного продвижения тундры на север, черноземной зоны в дерново-подзолистую и т. д.

Таким образом, современные почвенные зоны и типы почв, которые наблюдаются в природе, представляют не что иное, как статические моменты, или отдельные стадии развития во времени и пространстве единого, непрерывного, действующего во всем мире почвообразовательного процесса.

Из сказанного, однако, вовсе не вытекает, что каждая реально существующая в природе почва должна обязательно проходить в ходе своего развития одни и те же стадии в одной и той же последовательности. В зависимости от условий среды, растительности и сочетания других факторов почвообразовательный процесс приводит к формированию разных почв и смеси одного типа почв другим может происходить в самых различных направлениях. Но все многообразие почв земного шара, почвенные типы всех природных зон объединяются единым, т. е. общим в своей сущности, почвообразовательным процессом — процессом синтеза и разрушения органического вещества.

Ниже мы переходим к характеристике почвенного покрова СССР по каждой почвенно-климатической зоне. Группа интразональных почв — солончаки, солонцы, солоди и почвы речных пойм — будет описана отдельно.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

ПОЧВЫ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ТУНДРЫ

Тундровая зона занимает обширную территорию на Крайнем Севере СССР. В европейской части Советского Союза она охватывает северную половину Кольского полуострова и далее на восток все побережье Ледовитого океана, несколько севернее Полярного круга. Пространство, занятое тундрой, составляет 1801 тыс. км², или 8,3% всей территории СССР.

Климат. Климат тундры характеризуется низкой среднегодовой температурой, продолжительной холодной зимой, коротким летом и малым количеством осадков.

Западная часть тундры (север европейской части СССР) имеет наиболее мягкий климат. Среднемесячная температура в январе около -10° , а в июле около $+11^{\circ}$. Годовое количество осадков 400 мм или больше с явным преобладанием 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 $-4-5^{\circ}$ при температуре января $-18-19^{\circ}$.

Зимой в тундре 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. Испарение влаги в этой зоне очень незначительно, вследствие чего на поверхности тундры постоянно задерживается вода, и развитие почв совершается при избытке влаги. Малая мощность снежного покрова делает возможным глубокое промерзание почвы. Большая часть тундровой зоны скована вечной мерзлотой.

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 этом ограниченном слое происходят биологические процессы и развиваются почвы.

Лето в тундре короткое и холодное, но с длинным световым днем; заморозки случаются и летом.

Вегетационный период в среднем составляет 2—2,5 месяца, зато с наступлением тепла, благодаря большой длине светового дня, растительность развивается бурно и быстро зацветает.

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 с непрерывным освещением.

Существенная черта тундры — безлесье. Само слово «тундра», взятое из финского языка, буквально обозначает безлесные места. Широкое развитие здесь имеют преимущественно мхи, лишайники (в особенности ягель, или «колений мох»), некоторые осоки и злаки, которые, однако, не образуют сплошного растительного покрова, а растут отдельными кустиками и дерновниками (рис. 9).

Древесная растительность встречается редко, главным образом в виде кустарников.

Почвообразующие породы. В качестве почвообразующих пород в зоне тундры выступают главным образом ледниковые отложения самого различного механического состава. Среди них 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. Значительное пространство тундровой зоны представлено 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 ме-

сюда эту обширную зону. В Сибири распространена каменистая горная тундра.

Подзоны тундры. По природным условиям зона тундры не однообразна и может быть подразделена на следующие подзоны: арктическую, кустарниковую, южную и лесотундру.

Арктическая тундра располагается по северной окраине страны, где нет ни деревьев, ни кустарников; последние, если и появляются, то лишь по течению рек.

Кустарниковая тундра идет южнее арктической; здесь также нет деревьев, но кустарниковые заросли встре-



Рис. 9. Тундра.

чаются не только по течению рек, но и по междуречным пространствам. Встречаются сфагновые торфяники, но большого развития они не получают.

Южная тундра расположена южнее кустарниковой. Характерной особенностью этой подзоны является наличие лесной растительности, расположенной только вдоль течения рек.

На водораздельных пространствах изредка встречаются лишь отдельные деревья или кустарниковые заросли. Широкое развитие имеют сфагновые мхи, образующие мелкие торфяники. Тундра не имеет резкой границы на юге. Переходная полоса между тундрой и лесной зоной называется лесотундрой.

Лесотундра расположена 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.

ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В ТУНДРЕ

Развитие почвообразовательного процесса в тундре отличается большим своеобразием. Основные особенности почвообразования связаны с низкими температурами и высокой влажностью воздуха. Большое влияние имеет также вечная мерзлота, препятствующая проникновению влаги вглубь, поэтому вся толща тундровой почвы постоянно оказывается крайне влажной, что затрудняет доступ кислорода в более глубокие ее слои, поэтому в почвах господствует анаэробиозис. Развитие анаэробных процессов приводит, с одной стороны, к образованию залежей соединений железа, а с другой, — к накоплению в почве мертвого органического вещества в виде торфа.

Низкие температуры и краткость вегетационного периода препятствуют интенсивному развитию биологических процессов.

Весьма слабо протекают в почвах тундры процессы химического выветривания. Растительность развита скучно. Деятельность микроорганизмов угнетена. Микрофлора 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.

Развитие почвообразовательного процесса в тундровой зоне осуществляется главным образом под пологом мохово-лишайникового и кустарникового покрова при незначительном участии или даже отсутствии травянистой растительности. Поэтому дерновый процесс в тундре проявляется крайне слабо, и в профиле почв обнаруживается обычно лишь едва заметный на глаз перегнойный горизонт мощностью около 3—9 см; иногда же этот горизонт совсем не выражен. Наличие слоя вечной мерзлоты, расположенного неглубоко от поверхности, препятствует просачиванию воды сверху вниз и исключает возможность сильного выщелачивания и оподзоливания почвы.

В то же время почти во всех почвах тундровой зоны резко выражено оглеение как результат развития восстановительного процесса в анаэробных условиях; при этом в одних почвах обнаруживаются лишь неяркие сизые и охристые пятна, в других же вся толща почвы имеет характерную для оглеения ярко-синюю окраску.

Наиболее распространенными почвенными образованиями в тундре являются следующие: 1) маломощные сфагновые торфяники, 2) торфянисто-глеевые почвы и 3) подзолисто-глеевые почвы.

Существенной особенностью всех тундровых почв является их малая мощность, обусловленная слабым развитием химических и биологических процессов. Так, например, в почвах Хибинских тундр, где отсутствует вечная мерзлота, горизонт A_1 составляет 2—3 см, горизонт A_2 — 7—10, а с глубины 30—40 см уже начинается горизонт С, т. е. почвообразующая порода. В Большеземельной тундре общая мощность почв обычно не превышает 20—30 см, в Западной Сибири — 20—25, а на севере Якутии — 3—9 см.

Аналогичное строение имеют почвы тундры и в других пунктах. Содержание перегноя в тундровых почвах колеблется чаще всего в пределах 1—2%, но в отдельных случаях может достигать 8—15; при этом около 70% его составляют фульвокислоты и только 10—15% представлено гуминовой кислотой. Почвенный раствор тундровых почв беден минеральными соединениями.

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. Такого рода почвенные образования довольно часто встречаются в районах распространения карбонатных отложений.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ ТУНДРЫ

Практика социалистического строительства доказала возможность использования целинных минеральных и торфяных тундровых почв для возделывания сельскохозяйственных культур.

При освоении новых земельных участков в тундровой зоне необходимо учитывать неблагоприятные особенности, свойственные почти всем тундровым почвам, а именно: 1) слабую аэрацию и заболоченность, 2) низкую температуру, обусловленную небольшим количеством тепла, а также в большинстве случаев наличием близкого к поверхности слоя вечной мерзлоты, от таяния которого распространяются вверх холодные восходящие токи воды, 3) малое содержание органического вещества в почве и, как следствие этого, 4) слабую биологическую активность почвенной микрофлоры.

Поэтому основные задачи окультуривания тундровых почв должны сводиться к следующему: 1) осушению и улучшению их аэрации, 2) улучшению теплового режима, 3) устранению вредного влияния вечной мерзлоты и 4) усилию биологических процессов в почве.

Весьма важное значение при окультуривании и использовании в сельскохозяйственном производстве тундровых почв имеют навоз и торф. Внесение навоза с торфом не только обогащает почву элементами зольной пищи и азотом, но одновременно повышает биологическую активность ее, а также улучшает тепловые свойства и аэрацию.

На фоне навозно-торфяного удобрения высокий эффект дают и минеральные туки: азотные, фосфорные и калийные. Наилучшие результаты достигаются, как установлено опытными станциями, путем комбинированного применения минеральных удобрений с навозом и торфом.

Большое значение в тундре имеют полезащитные полосы: они заметно понижают силу дующих ветров, усиливают снегозадержание, повышают температуру приземного слоя воздуха и почвы на 2–3°, 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, а также необходимо создавать новые лесные и кустарниковые полосы и применять кулисную систему защиты полей от ветров.

Под влиянием сельскохозяйственного окультуривания тундровые почвы заметно изменяют свой облик: в них образуется перегнойный комковатый горизонт, улучшаются водный, воздушный и питательный режимы, снижается кислотность, усиливается биологическая активность, усиливается нитрификация и ослабляется денитрификация. Почва начинает лучше прогреваться, заметно опускается уровень вечной мерзлоты и тем самым уменьшается его вредное влияние на рост и развитие культурных растений.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

ПОЧВЫ ЛЕСО-ЛУГОВОЙ ЗОНЫ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Лесо-луговая зона расположена в Европе и Азии южнее тундровой и занимает около 51% общей площади страны, т. е. более половины всей территории СССР.

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.

Современные природные условия лесо-луговой зоны отличаются следующими особенностями.

Климат. По сочетанию и комбинации температуры и осадков климат лесо-луговой зоны может быть охарактеризован как умеренно холодный и достаточно влажный.

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 там широко распространена вечная мерзлота. Продолжительность теплого периода с температурой выше 5° в пределах зоны колеблется от 120 до 180 дней. Годовое количество атмосферных осадков также далеко не одинаково для всей лесо-луговой зоны и чаще всего колеблется в пределах 450—600 мм. При этом в западной части зоны их выпадает больше; по мере же удаления на восток количество осадков заметно уменьшается.

Лесо-луговая зона характеризуется преобладанием осадков над величиной их испарения, т. е. является зоной избыточного увлажнения. Таким образом, развитие почв в лесо-луговой зоне происходит в условиях систематического их увлажнения и промывания.

Почвообразующие породы. Наиболее распространенными породами являются здесь главным образом отложения ледникового периода, представленные валунными песчанистыми глинами, суглинками и супесями. Значительное распространение в лесо-луговой зоне имеют безвалунные покровные суглиники. Сравнительно ограниченное место среди материнских пород занимают различного механического состава древние и современные аллювиальные наносы по долинам рек и озер. Все эти образования выстилают большие пространства главным образом в западной части лесо-луговой зоны СССР, начиная от Балтийского моря до реки Енисея.

Другая же часть зоны, расположенная к востоку от Енисея, лежит в области высоких горных систем и отличается сложным рельефом и весьма разнообразным комплексом составляющих их горных пород.

Почвообразующие породы представлены здесь в основном элювием и делювием разнообразных магматических и метаморфических пород, а также аллювием и делювием различного рода осадочных пород.

Рельеф. Строение рельефа лесо-луговой зоны отличается большим разнообразием и сложностью. Здесь равнинные участки на небольших сравнительно пространствах часто сменяются холмами, пересеченными долинами и понижениями самой различной величины и формы. Неровность и нестрота рельефа зоны в значительной степени усугубляются еще наличием возвышенностей, горных цепей и целой системой речных долин, пересекающих местность в самых различных направлениях.

Растительность. В пределах лесо-луговой зоны имеют место три ландшафтных типа естественной растительности: леса, болота и луга.

Преобладающее место всюду занимают леса: хвойные, лиственные и смешанные. В северной части зоны, или в тайге, пре-

обладающее место занимают хвойные леса; южнее распространены смешанные и лиственные.

Древесная растительность лесо-луговой зоны всюду сопровождается травянистой, которая может быть луговой или болотной.

ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В ЛЕСО-ЛУГОВОЙ ЗОНЕ

Развитие почв в лесо-луговой зоне идет под совместным воздействием двух противоположно направленных процессов — подзолообразовательного и дернового. Подзолообразовательный



Рис. 10. Сомкнутый лес.

процесс протекает под влиянием лесной древесной растительности, а дерновый — под влиянием травянистой растительной формации. Нередко эти процессы сочетаются с болотообразовательным процессом, в результате чего образуются заболоченные и болотные почвы.

Подзолообразовательный процесс. В наиболее ярко выраженной форме подзолообразовательный процесс развивается под пологом сомкнутого леса. Травянистая растительность в таком лесу обычно отсутствует и поверхность почвы покрыта только мертвым покровом, или лесной подстилкой (рис. 10).

Развиваясь под покровом леса в условиях сравнительно большого количества атмосферных осадков, почвы описываемой

ионы большую часть года находятся во влажном состоянии и систематически промываются. Это создает благоприятные условия, с одной стороны, для интенсивного и полного разложения органических веществ, а с другой — для вымывания из почвы различных соединений как в виде истинных растворов, так и в коллоидальном состоянии. Первыми вымываются из почвы легкорастворимые минеральные соли, а затем — и труднорастворимые, в том числе и такие, как CaCO_3 и MgCO_3 , имеющие большое значение в почвообразовании.

Решающую роль в развитии подзолообразовательного процесса играет лесная подстилка, в результате разложения которой образуются фульвокислоты. Проникая с атмосферными осадками в почву, они усиливают процесс растворения и выноса из нее соединений кальция и магния.

С течением времени, по мере выщелачивания из почвы легко- и труднорастворимых солей, а следовательно, и обеднения почвенного раствора основаниями, все более и более заметно нарушается сказываться влияние водородных ионов органических кислот, проникающих вместе с осадками в почву. Катионы водорода, не встречая более препятствий со стороны металлических катионов, вынесенных ниходящими токами воды в глубокие горизонты почвы, свободно внедряются в почвенный поглощающий комплекс.

В минеральной части почвы наряду с водородом в состав поглощающего комплекса входит также и алюминий.

Почвенная среда получает устойчивую кислую реакцию. Почвенный поглощающий комплекс теряет устойчивость против разрушающего и размывающего действия воды. Почва мало-помалу теряет структурное строение, распыляется. Органические и минеральные коллоиды приобретают подвижность и в той или иной степени выносятся из верхних горизонтов почвы вниз.

Минеральная часть почвы, за исключением кварца, претерпевает при этом более глубокие изменения: алюмо- и ферросиликаты под действием кислой среды разрушаются и распадаются на составляющие их гидроокиси ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), которые в коллоидальной форме или в виде тонких суспензий вместе с почвенными растворами также частично выносятся в нижние горизонты почвы. Кроме того, гидраты окиси железа, алюминия, а также и ряд некоторых труднорастворимых солей под влиянием органических кислот могут отчасти переходить в раствор и в молекулярном состоянии вымываться из почвы.

По мере выноса из верхних горизонтов органических и минеральных коллоидов в почве все более возрастает относительное содержание нерастворимого кварца в виде тончайшего аморфного порошка, который и придает верхним слоям почвы свое-

образную светло-серую или белесую окраску, очень напоминающую цвет золы; отсюда и происходит название горизонта — «подзолистый», являющегося весьма существенной и характерной частью почв дерново-подзолистого типа.

Вымываемые сверху коллоидально-растворимые гидраты окиси железа, алюминия, перегнойные вещества, а также глинистые суспензии на некоторой глубине почвенной толщи частично или полностью закрепляются, образовывая иллювиальный горизонт. Чаще всего здесь накапливаются окислы железа и алюминия, а нередко также калия и магния.

Некоторая часть веществ, вымывающихся из верхних горизонтов, выносится непосредственно в грунтовые воды, а затем в ручьи и реки и безвозвратно теряется из почвы.

Существенное значение приобретает в этом процессе карбонатность почвообразующих пород. Наличие карбонатов кальция и магния в породах способствует нейтрализации органических кислот и тем самым ослабляет процесс оподзоливания.

Большое влияние на развитие подзолообразовательного процесса оказывает рельеф местности. При этом 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 весьма слабо.

Дерновый почвообразовательный процесс. Подзолообразовательный процесс в природе обычно протекает, чередуясь с дерновым или одновременно с ним. Дерновый процесс представляет совокупность явлений, вызываемых развитием травянистой растительности, существенным свойством которой является способность накапливать в почве органические остатки и перегной, а также создавать в связи с этим ряд благоприятных свойств, определяющих плодородие почвы: прочную комковатую структуру, обилие питательных веществ и т. д.

Разлагаясь при малом доступе воздуха, корневые остатки трав превращаются в гумус, окрашивающий верхнюю часть почвенного профиля в серый или темно-серый цвет. Одновременно с накоплением перегноя в верхней части почвы под влиянием аккумулирующей роли травянистой растительности происходит накопление кальция, магния, марганца, калия, 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

способляется дерново-перегнойный горизонт, мощность которого достигает 8—15 см, а иногда и более.

Интенсивнее всего развитие дернового процесса происходит в изреженном лесу, на полянах, а также в широколиственных лесах, где в напочвенном растительном покрове хорошо развиты травы (рис. 11).

Сильнее развивается дерновый процесс на карбонатных почвообразующих породах. Наличие кальция и магния в почве

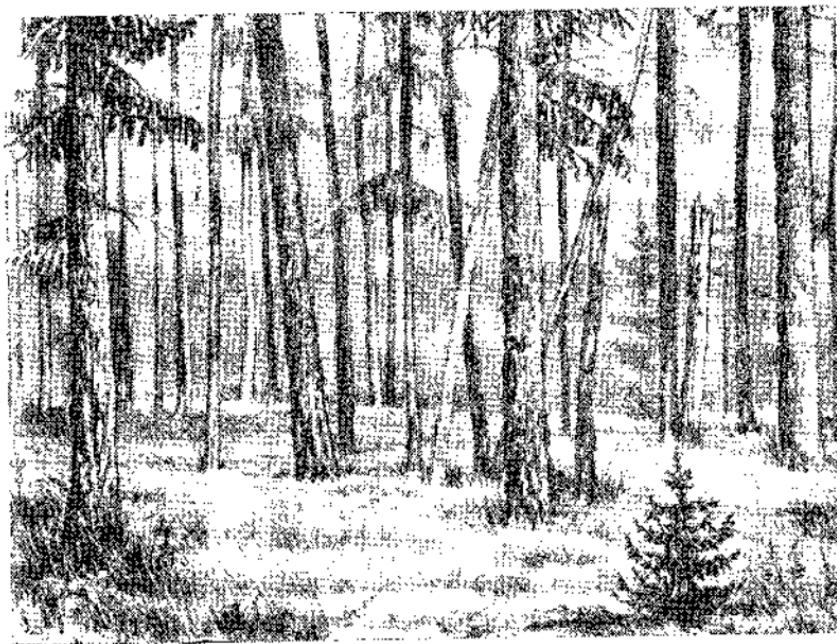


Рис. 11. Осветленный лес.

способствует коагуляции почвенных коллоидов и закреплению гумуса в верхних слоях.

Значительную роль в развитии дернового процесса играет механический состав почвообразующих пород и почв. Чем богаче почва илистыми частицами, тем лучше выражен дерновый процесс.

Строение профиля и химические свойства дерново-подзолистых почв. Характерной особенностью большинства дерново-подзолистых почв является явная дифференциация почвенной толщи на генетические горизонты. Ясно выраженных генетических горизонтов в профиле дерново-подзолистой почвы четыре: дерновый, или перегнойно-аккумулятивный (A_1), подзолистый (A_2), иллювиальный горизонт (B) и почвообразующая порода (C) (табл. I, I).

Кроме того, на поверхности дерново-подзолистой почвы под лесом обычно находится лесная подстилка, или войлок, из остатков отмершей растительности (A_0).

Лесная подстилка состоит из растительных остатков различной степени разложения и имеет мощность обычно от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров.

Дериовый, или перегнойно-аккумулятивный, горизонт (A_1) вследствие присутствия перегноя окрашен сверху в темно-серый или серый цвет. С углублением по мере уменьшения содержания гумуса окраска его становится несколько светлее.

Подзолистый, или элювиальный, горизонт (A_2) — это почвенный слой, в котором наиболее резко сказалось явление подзолообразовательного процесса. Он сильно выщелочен, почти полностью лишен перегноя и вследствие этого содержит несколько повышенное количество кремнезема в виде тончайшей белой кремнеземной пыли. Эта пыль придает горизонту белую или светло-серую окраску.

В зависимости от степени оподзоленности этот горизонт имеет различную мощность, начиная от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров. Чаще всего он бесструктурный, лишь в отдельных случаях приобретает отчетливо выраженную пластинчатую или листоватую структуру, которая в производственном отношении, однако, не представляет никакой ценности.

Иллювиальный горизонт (B) в отличие от выщелевающих является почвенным слоем, в котором частично закрепляются вещества, выносимые в процессе подзолообразования из верхних горизонтов.

Вследствие обогащенности железом и перегноем иллювиальный горизонт имеет красно-бурую окраску и, будучи пропитан и сцеплен с коллоидальными частицами, отличается значительной плотностью и твердостью. Скопление железистых и перегнойных веществ часто сопровождается образованием в этом горизонте ржавых пятен и ортштейна. Ортштейновые конкреции — это новообразования, в которых наряду с кремнеземом содержится значительное количество полуторных окислов, а в некоторых случаях — и перегноя.

Самый нижний горизонт, обозначаемый знаком С, является почвообразующей породой.

В условиях избыточного увлажнения в почвах нередко имеют место восстановительные процессы, или процессы оглеения, обнаруживаемые в почвенном профиле в виде зеленоватых, голубоватых или сизоватых пятен.

Морфологические особенности дерново-подзолистых почв находятся в тесной связи с химическими свойствами этих почв (табл. 3).

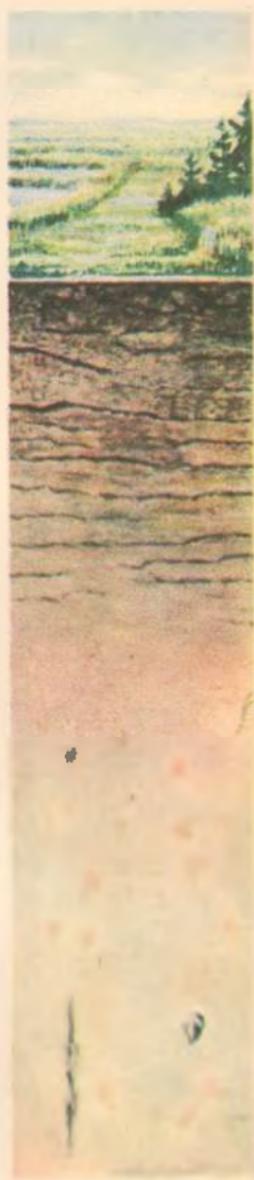
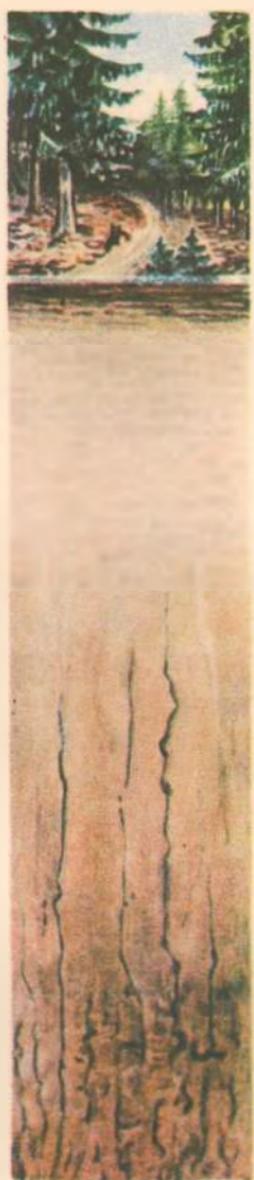


Таблица I. 1 — дерново-подзолистая почва, 2 — подзол, 3 — профиль лугового торфяника.



Таблица II. 1 — тундровая почва, 2 — серая лесостепная почва,
3 — мошный чернозем.

Таблица 3

**Валовой состав (в процентах) дерново-сильноподзолистой суглинистой почвы окрестностей Вологды
(по данным П. С. Коссовича)**

Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Перегной	SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
A ₁	2—12	3,64	77,37	0,180	7,92	2,76	0,124	1,60	0,92	2,07	1,70
A ₂	20—30	0,37	80,11	0,095	8,87	2,99	0,065	1,38	0,94	2,12	2,12
B	45—60	0,10	74,21	0,151	11,67	4,79	0,059	1,34	1,41	2,26	1,71
B	85—100	0,22	72,99	0,111	10,45	4,97	0,029	1,30	1,79	2,26	1,86
C	125—130	0,29	69,23	0,096	10,75	4,82	0,026	3,27	2,51	2,10	1,75

Как видно из табл. 3, эти почвы содержат мало перегноя; верхние их горизонты обеднены соединениями CaO и MgO, а также отчасти Fe₂O₃ и Al₂O₃ и в то же время заметно обогащены кремнеземом (SiO₂).

Развитие подзолообразовательного процесса вносит определенные изменения и в механический состав почвы: верхние горизонты в результате выноса вниз илистых частиц несколько опесчаниваются, а нижние — уплотняются, становятся более связанными.

Об агрохимических особенностях описываемых почв наглядное представление дает табл. 4.

Таблица 4

**Содержание обменных катионов и pH водной суспензии подзолистой почвы Архангельской области
(по данным К. А. Уфимцевой)**

Горизонт	Глубина взятия образца (см)	Гумус (процент)	Содержание обменных катионов в м. экв на 100 г сухой почвы				pH водной суспензии	Степень насыщенности основаниями (процент)
			Ca	Mg	H + Al	сумма		
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	8,9	5,0	4,5	22
A ₂ В	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	17,2	7,12	100

Приведенные данные показывают ненасыщенность почвы основаниями, наиболее ясно выраженную в самых верхних, сильно выщелоченных горизонтах; здесь поглощенные катионы H и Al нередко могут преобладать над поглощенными Ca и Mg.

По мере углубления в почву соотношение обменных катионов заметно меняется, количество водородных ионов и алюминия прогрессивно убывает, а Ca и Mg возрастают.

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, ВИДЫ И РАЗНОВИДНОСТИ ПОЧВ ЛЕСО-ЛУГОВОЙ ЗОНЫ

Все почвы лесо-луговой зоны могут быть объединены в следующие основные типы: 1) дерновые, 2) дерново-подзолистые, 3) подзолистые, 4) подзолисто-болотные и 5) болотные.

Каждый из этих типов в свою очередь подразделяется на ряд почвенных видов (по степени выраженности дернового и подзолистого процессов) и разновидностей (по механическому составу).

Дерновые почвы. В лесо-луговой зоне значительно 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 сравнительно высоким естественным плодородием. Наиболее типичными из них являются дерново-перегнойные карбонатные почвы, развитие которых приурочено к участкам, где залегают сильно карбонатные почвообразующие породы. Дерново-перегнойные карбонатные почвы всегда отличаются высокой насыщенностью основаниями, нейтральной или слабокислой реакцией, большим содержанием перегноя (4—6%), структурным строением и хорошо развитым перегнанным горизонтом, мощность которого достигает 15—20 см, а в отдельных случаях и 30—40 см. Дерново-перегнанные карбонатные почвы отличаются высокой производительностью и относятся к группе лучших почв лесо-луговой зоны.

Дерново-подзолистые почвы. В почвенном покрове лесо-луговой зоны дерново-подзолистые почвы имеют наиболее широкое распространение.

Развитие дерново-подзолистых почв осуществляется под влиянием дернового и подзолообразовательного процессов, поэтому в их профиле всегда отчетливо обнаруживаются дерновый и подзолистый горизонты.

В зависимости от степени развития и выраженности дернового и подзолообразовательного процессов дерново-подзолистые почвы подразделяются на: дерново-слабоподзолистые, дерново-среднеподзолистые и дерново-сильноподзолистые.

Дерново-слабоподзолистые почвы. Сюда 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 склоновых сенокосах и по склонам холмов.

В морфологическом отношении дерново-слабоподзолистые почвы характеризуются слабой выраженностью подзолистого горизонта, а иногда почти полным отсутствием его и наряду

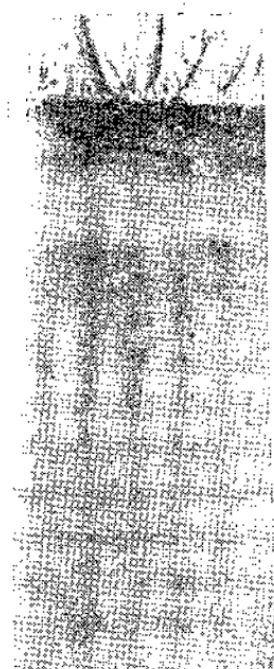


Рис. 12. Профиль дерново-слабоподзолистой почвы.

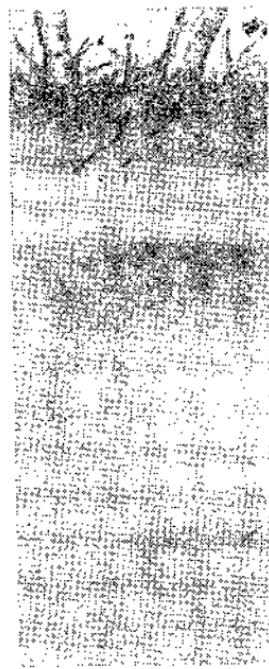


Рис. 13. Профиль дерново-средноподзолистой почвы.



Рис. 14. Профиль дерново-сильноподзолистой почвы.

с этим хорошо развитым перегнойным слоем, достигающим нередко значительной мощности (рис. 12).

Приведем следующее описание профиля дерново-слабоподзолистой почвы (Ленинградская область).

Горизонт A_1 0—22 см; темно-серой окраски перегнойно-аккумулятивный горизонт, суглинистый, уплотненный, заметно обогащен перегноем; обладает явно выраженной, хотя и непрочной комковатой структурой. Включения — мелкие валуны. Переходит в горизонт A_2 постепенно.

Горизонт A_2 22—26 см; слабо выражен; суглинистый, уплотненный; на буровато-палевом фоне лишь изредка обнаруживаются отдельные, едва заметные на глаз сероватые пятна

оподзоленности. Горизонт слабо выщелочен; переходит в горизонт В постепенно.

Горизонт В 26—93 см; суглинистый, плотный, красно-бурый окраски. В средней части изредка наблюдаются стяжения в виде ортштейновых бобовин; разламывается на острогранные отдельности различной формы. Переход в горизонт С незаметный.

Горизонт С 93 см; красно-бурый, бескарбонатный валунный суглинок.

Эти почвы отличаются высокой насыщенностью основаниями (более 70%), слабой кислотностью ($\text{pH} = 5,5\text{--}6,5$), заметной обогащенностью перегноем и важнейшими питательными веществами.

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.

Дерново-среднеподзолистые почвы. К этим 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 являются наличие в них ясно выраженного подзолистого горизонта (10—15 см), маломощность перегнойного горизонта (A_1) (рис. 13) и слабая, легко распадающаяся под действием воды почвенная структура.

В отношении химических свойств эти почвы характеризуются повышенной кислотностью ($\text{pH} = 4,5\text{--}5,5$), значительной выщелоченностью и малой насыщенностью основаниями (50—70%), а в связи с этим обедненностью перегноем и минеральными соединениями.

Дерново-сильноподзолистые почвы. К ним относятся те, в которых подзолообразовательный процесс достиг высокой стадии развития. Они характеризуются резкой выраженностью подзолистого горизонта (A_2), нередко достигающего 15—25 см мощности (рис. 14), маломощностью перегнойного слоя, сильной выщелоченностью и обедненностью органическими и минеральными соединениями, малой насыщенностью основаниями (менее 50%), бесструктурностью и высокой кислотностью ($\text{pH} = 3,5\text{--}4,5$).

Подзолистые почвы. Наряду с дерново-подзолистыми и дерновыми большое место в лесо-луговой зоне занимают подзолистые почвы. Наиболее широко они распространены в северной подзоне лесо-луговой зоны под сомкнутыми хвойными и смешанными лесами с наземным покровом из зеленых мхов и жестко-

нических ягодных полукустарников: черники, брусники и др.

Развиваясь под пологом леса, подзолистые почвы отличаются почвой полным отсутствием дернового горизонта, малым содержанием органического вещества, кислой реакцией и значительной выщелоченностью.

В зависимости от степени и характера выраженности подзолистого горизонта подзолистые почвы подразделяются на слабоподзолистые, средне- и сильноподзолистые.

Следует отметить, что вследствие почти полного отсутствия дернового процесса нередко перегнойный горизонт у сильноподзолистых почв не превышает 2—3 см, а иногда совсем отсутствует. В таком случае сильноподзолистую почву называют подзолом (табл. I, 2).

Подзолы, как правило, не занимают значительных площадей, и встречаются в природе, в виде сравнительно небольших пятен на фоне сильноподзолистых почв на ровных участках водоразделов под сомкнутым пологом леса. Отличаясь повышенной кислотностью и большой выщелоченностью, подзолы, как и сильноподзолистые почвы, обладают весьма низким естественным плодородием.

Подзолисто-болотные почвы. Характеризуются сочетанием подзолистого и болотного процессов почвообразования, занимая промежуточное положение между подзолистыми и болотными почвами.

Развитие подзолисто-болотных почв приурочено к равнинным и пониженным элементам рельефа, создающим благоприятные условия для периодического переувлажнения. Особенно интенсивно протекает процесс заболачивания, когда эти почвы развиваются на тяжелых, связных породах, отличающихся плохой водопроницаемостью, где в связи с этим повышается уровень почвенно-грунтовых вод и образуются длительные застои почвенной воды, или верховодки.

Процессы заболачивания сопровождаются оглеением почв, при этом в случае длительного застоя верховодки оглеение наблюдается прежде всего в горизонтах A_1 и A_2 ; при увлажнении за счет подтока вод снизу оно захватывает нижнюю часть почвенного профиля — почвообразующую породу и горизонт B .

Наиболее характерными представителями подзолисто-болотных почв являются подзолисто-глеевые почвы. Они наиболее широко распространены в средней и северной частях лесо-луговой зоны, особенно в подзоне северной тайги.

Подзолисто-глеевые почвы подразделяются на слабоподзолисто-глеевые, средне- и сильноподзолисто-глеевые. Подзолисто-болотные почвы обладают неблагоприятным водно-воздушным режимом и весьма низким естественным плодородием.

ВАЖНЕЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОКУЛЬТУРИВАНИЮ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ, ПОДЗОЛИСТЫХ, ДЕРНОВЫХ И ПОДЗОЛИСТО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Дерново-подзолистые, подзолистые и подзолисто-болотные почвы в своем большинстве отличаются маломощностью перегнойного горизонта, обедненностью органическими и минеральными соединениями, кислой реакцией, слабой структурностью и недостаточной аэрацией.

Совершенно очевидно, что создание мощного пахотного слоя с прочной комковатой структурой, систематическое обогащение почв органическими и минеральными удобрениями, применение зеленого удобрения, изменение реакции почвенной среды путем известкования полей должны найти широкое осуществление в повседневной практике каждого колхоза и совхоза. Положительный эффект на этих почвах дают и некоторые микроэлементы, как, например, молибден, бор, кобальт, медь, цинк и др.

Что же касается подзолисто-болотных почв, где в силу тех или иных причин имеет место периодическое заболачивание, то важнейшим и необходимым мероприятием, помимо перечисленных выше, является также мелиорация, борьба с избыточным увлажнением путем устройства искусственного дренажа.

Под влиянием окультуривания дерново-подзолистые и подзолистые почвы постепенно утрачивают первоначальные черты и приобретают новые свойства: увеличивается мощность перегнойного горизонта, улучшается его структура, подзолистый горизонт, ясно выраженный у целинных почв, уменьшается, а затем по мере углубления пахотного слоя, исключая глубоко оподзоленные почвы, и совсем исчезает (рис. 15).

По степени окультуренности пахотные почвы схематически можно разделить на три группы: 1) культурные, 2) средние окультуренные и 3) слабо окультуренные почвы.

Культурные почвы залегают главным образом на участках, где из года в год применяется высокая агротехника. Сюда относятся прежде всего приусадебные участки, участки, занятые садами, огородами, и отчасти земли полевого севооборота.

Это наиболее ценные и плодородные почвы, которые в известной мере могут служить образцом или эталоном, к которому должны приближаться все пахотные и вновь осваиваемые земли в перспективе их окультуривания и улучшения.

Средние окультуренные почвы свойственны большинству пахотных земель полевого севооборота, где в силу различных обстоятельств применяется несколько более низкая агротехника.

Слабо окультуренные почвы встречаются главным образом на вновь освоенных пахотных землях, а также и на

степноземных участках, где длительное время применялась наука агротехники.

При окультуривании дерново-подзолистых, подзолистых и торфянисто-болотных почв многие признаки и свойства, прису-

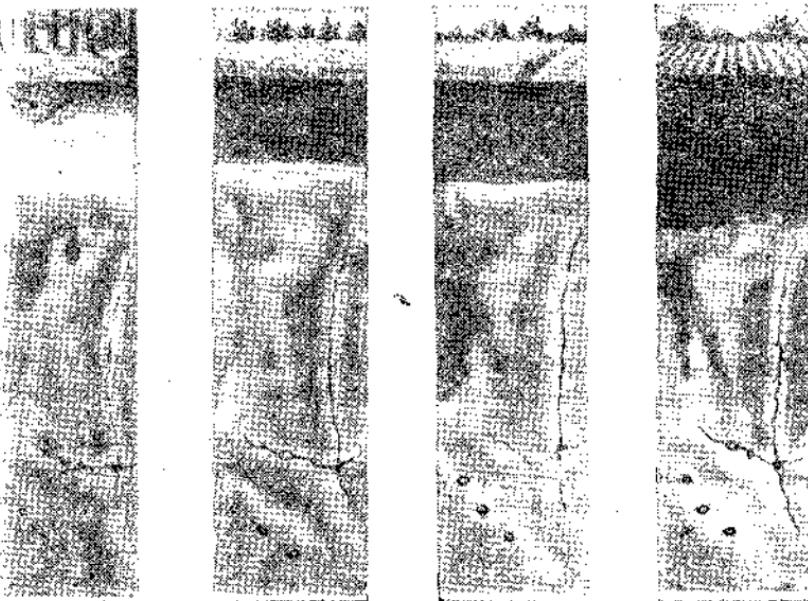


Рис. 15. Изменение дерново-подзолистой почвы под влиянием окультуривания.

щие 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.

РАЗВИТИЕ БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Распространение болотных почв. В комплексе почв как в лесо-луговой, так и тундровой зонах широкое распространение имеют болотные почвы. Общая площадь болот и заболоченных почв в лесо-луговой зоне составляет около 10% всей территории.

Наиболее распространены болотные и заболоченные почвы главным образом в зоне хвойных и отчасти смешанных лесов. В европейской части СССР много болотных почв на западе, северо-западе и севере.

В азиатской части СССР под болотами находится более 100 мли. га. При этом наиболее обширную площадь занимает

огромное Васюганское болото, расположенное в Западно-Сибирской низменности на водоразделе рек Оби и Иртыша.

Происхождение болотных почв. Возникновение и развитие болотных почв неразрывно связано с избыточным увлажнением, которое в одних случаях может быть обусловлено выходом на поверхность или приближением к поверхности почвенно-грунтовых вод, в других — скоплением на поверхности почвы 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 среднегодового количества осадков над среднегодовым испарением. Заболачивание огромных водораздельных пространств в лесо-луговой и тундровой зонах вызвано в большинстве случаев атмосферным увлажнением.

Существенной причиной заболачивания лугов может являться большое накопление в почве органических веществ в результате длительного и интенсивного развития дернового процесса под луговой растительностью. Значительное накопление перегной и мертвых растительных остатков под травяной растительностью увеличивает влагоемкость почв и служит одной из причин заболачивания лугов. Здесь, таким образом, избыточное увлажнение почв является уже не причиной, а следствием развития болотообразовательного процесса.

Заболачивание лугов во многих случаях ускоряется бессистемной пастьюбой скота, вызывающей уплотнение почвы, появление кочек и ям, разбивание дернины, поселение мхов и длительное застывание воды на поверхности.

Возникшее в силу тех или иных причин избыточное увлажнение почвы определяет весь дальнейший ход почвообразовательного процесса. Появляется и быстро развивается влаголюбивая болотная растительность или вообще растительность, способная мириться с обилием влаги. Обилие влаги в почве, затрудняющая доступ кислорода воздуха, сказывается далее на темпах и характере разложения органических веществ. Органические остатки в анаэробных условиях разрушаются весьма медленно, и это разрушение обычно не идет до конца, т. е. до стадии полной минерализации. В результате происходит накопление полуразложившейся массы в виде торфа, которая составляет неотъемлемую и существенную часть всякой болотной почвы.

Наряду с накоплением торфа весьма характерным для болотных почв является наличие в них восстановительных процессов, приводящих к образованию различных закисных и неокисленных соединений.

Эволюция болотных почв в природе. Возникшие в тех или иных природных условиях болота не остаются постоянными во

применя, а непрерывно изменяются, эволюционируют, переходя из одной фазы развития в другую.

Последовательная смена одной фазы болотообразования другой хорошо обнаруживается на примере развития болотных почв, возникших под влиянием почвенно-грунтовых вод. Такого рода заболачивание можно наблюдать в понижениях, в низинах и поймах рек, где на поверхность земли выходят грунтовые воды в виде ключей или родников.

Поскольку почвенно-грунтовые воды всегда содержат некоторое количество растворенных солей, то в этих условиях сперва поселяется и развивается разнообразная болотная растительность, сравнительно требовательная к минеральным питательным веществам. Наиболее часто здесь встречаются различного рода осоки и некоторые злаковые травы, затем гипновые мхи, а из древесных пород — ива, черная ольха, береза, рябина и др. Почвы в этой стадии болотообразовательного процесса носят название болотных почв низинного типа, а земельное угодье — низинного торфяника.

С течением времени, когда слой низинного торфа достигает инчительной мощности и грунтовая вода вследствие этого уже не оказывает непосредственного влияния на питание растений, в болоте создаются условия, неблагоприятные для развития осоково-злаковых ассоциаций. Низинное болото вступает в новую стадию развития, сопровождающуюся вытеснением старых и формированием новых растительных сообществ.

В это время широкое распространение получают сфагновый мох, пушкица, шейхцерия и другие нетребовательные растения. Вместо лиственных 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 болота обычно плоская, приток грунтовых вод в нем ослаблен, зольное питание недостаточное. Преобладание в питании болотной растительности приобретают атмосферные осадки.

По мере дальнейшего нарастания сфагнового торфа многие из вышеупомянутых растений постепенно отмирают и решительное преобладание получает растительность, среди которой главное место занимает сфагновый мох. Почвы в этой стадии развития болотообразовательного процесса называются болотными почвами верхового типа, а земельное угодье — в ерховым торфяником. Обычными спутниками сфагнового мха на верховых болотах являются пушкица, клоква, а из кустарников — багульник, кассандра, подбел и др.

Несколько иначе происходит развитие болот на месте неглубокого озера, пруда, речной старицы, заводи и вообще какого-либо водоема. В данном случае болотообразовательный процесс начинается обычно с зарастания и заторфования водоема при участии таких растений, как тростник, камыш, кувшинка, водяная лилия, рдест, водоросли, и ряда других представителей подводной и мелководной флоры. Они постепенно заполняют бассейн ежегодно отмирающими органами. С момента же заполнения органической массой всего водоема на нем поселяется разнообразная злаково-осоковая растительность, и в дальнейшем болотообразовательный процесс проходит последовательно фазу низинного, переходного и верхового торфяника.

Очень часто, особенно в северных районах дерново-подзолистой зоны, торфяные почвы возникают и развиваются сразу же по типу верховых болот, минуя фазу низинного и переходного болота.

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.

Значительные площади сфагновых торфяников в лесо-луговой зоне образовались именно в результате сильного развития подзолообразовательного процесса и перехода его в болотный.

Рис. 16. Профиль торфяной почвы.

Строение, физические и химические свойства болотных почв. Всякая болотная почва в любой фазе развития болота состоит в основном из двух горизонтов: торфянистого и залегающего непосредственно под ним, обычно оглеенного минерального (рис. 16).

В зависимости от природных условий и фазы болотного процесса мощность торфянистого горизонта может варьировать,

варианта от нескольких сантиметров до нескольких метров.

Профиль низинного торфяника обычно неоднороден. Нижние слои его имеют черную окраску и представлены чаще всего 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 слой торфа представляет рыхлую, мало разложившуюся массу из остатков растительности и имеет самую различную окраску и мощность.

В отличие от низинных болот верховые торфяники в большинстве случаев имеют два слоя: верхний, мощностью от 50 до 150 см и более, состоит из слабо разложившегося, почти чистого сфагнового торфа, нижний, имеющий различную мощность, слои средние и хорошо разложившейся торфяной массой.

Профиль переходного торфяника занимает промежуточное положение между верховым и низинным. Верхний слой переходного болота состоит из слабо разложившейся торфяной массы, состоящей из сфагнума, осок, вахты, сабельника, пушкицы, шейхериции, гипнума и другой растительности, свойственной этой категории болот. Нижняя толща переходного болота обычно соответствует по своему составу и свойствам залежи низинного торфяника.

Химический состав торфа весьма сложен; в нем содержатся все те элементы, которые входили в состав растительности, послужившей материалом для образования торфяной массы. Но так как в образовании торфа в различных фазах развития болот принимали участие различные растительные группировки, то, естественно, и торф, залегающий в торфяниках различных типов, также будет иметь разный химический состав (табл. 5).

Существенно отличаются торфа различного происхождения прежде всего содержанием золы. Количество золы в низинном торфе в несколько раз превышает зольность торфа сфагновых болот. Помимо золы, значительная разница имеется и в составе элементов; низинные болота несравненно богаче верховых известью, азотом, фосфором и калием.

В отношении азота следует заметить, что абсолютное его количество вообще велико как в низинном, так и в верховом торфе. Количество же калия и фосфора, наоборот, как в том, так и другом торфе сравнительно ограничено. Что же касается химического состава органической массы переходных торфяников, то они занимают промежуточное положение, приближаясь в одном случае к верховым, а в другом — к низинным болотам.

Торф различных типов болот имеет и различную реакцию. Тип торфа сфагновых болот характерной является резко выраженная кислотность; показатель кислотности (pH) здесь обычно

бывает равен 3—4. Наоборот, торф низинных болот отличается слабой кислотностью, а иногда и нейтральной реакцией. pH почвенного раствора низинных торфяников обычно равен 5,5—6,0 и реже 7.

Таблица 5
Химический состав и физические свойства торфа
(данные И. С. Лупиновича, Т. Ф. Голуб)

Показатели	Типы и виды болот				
	низинные			переход-	верховые
	поймен- ные	ольшани- ковые	травяные		
Степень разложения (процент)	30—80	40—60	25—40	20—45	5—50
Зольность (процент)	8—20	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	1,15—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—0,28	0,11—0,17	0,11—0,16	0,04—0,08
Влагоемкость	360—420	460—550	640—870	550—950	600—1200

Что же касается переходных болот, то кислотность (pH) в них колеблется чаще всего в пределах 4—5,5.

К сказанному следует добавить, что торф любого происхождения отличается весьма малой теплопроводностью, поэтому торфяные болота 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. Эта особенность торфа широко используется в совхозах и колхозах, где торф применяют как подстилку на скотных дворах. Наиболее ценным материалом для этих целей является мало разложившийся сфагновый торф.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОЛОТНЫХ ПОЧВ И ТОРФА

В условиях лесо-луговой зоны торфяные болота заслуживают особого внимания прежде всего как источник органической массы для удобрительных целей.

При рациональной постановке дела все виды торфа могут быть эффективно использованы в качестве удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Способы использования торфа в качестве органического удобрения в сельском хозяйстве различны; наибольшую цен-

ность он представляет в компостиированном виде. Лучшим материалом для компостирования является низинный торф.

Для приготовления компоста может применяться и верховой, или моховой, торф. При компостировании мохового торфа обязательно применяется известь или зола с целью уничтожения кислотности. Усиление же биологических процессов достигается в компостных кучах добавлением к ним навоза или навозной язвы, содержащих в себе огромное количество аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий.

Помимо того, болотные массивы после их осушения могут быть с успехом превращены непосредственно в пашни, сенокосы и пастбища.

Наиболее пригодными для освоения под пашню являются низинные болота. Торф низинных болот отличается высоким содержанием зольных элементов и азота, и вся задача заключается в том, чтобы перевести этот запас питательных веществ из неусвояемой в усвояемую для растений форму. Мобилизация питательных элементов, заключенных в форме органического вещества болот, достигается главным образом мелиорацией.

При осушении болот создается аэрация, усиливается 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 (рис. 17, 18).

Однако торфяная масса болот бедна калием и фосфором. Поэтому при культуре болот необходимо также систематическое внесение калийных и фосфорных удобрений. В некоторых случаях, в особенности в первые годы культуры, растения на торфяных почвах очень сильно реагируют на внесение минеральных азотных удобрений.

Из микроэлементов на осваиваемых болотных почвах положительное действие оказывает медь, обычно вносимая в почву в виде колчеданных или пиритовых огарков (с содержанием Cu 0,33—0,52%) в количестве 5 ц/га.

Наряду с медью большое значение при культуре торфяных почв приобретают кобальтовые и молибденовые микроудобрения.

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.



Рис. 17. Торфяно-болотные почвы до освоения.

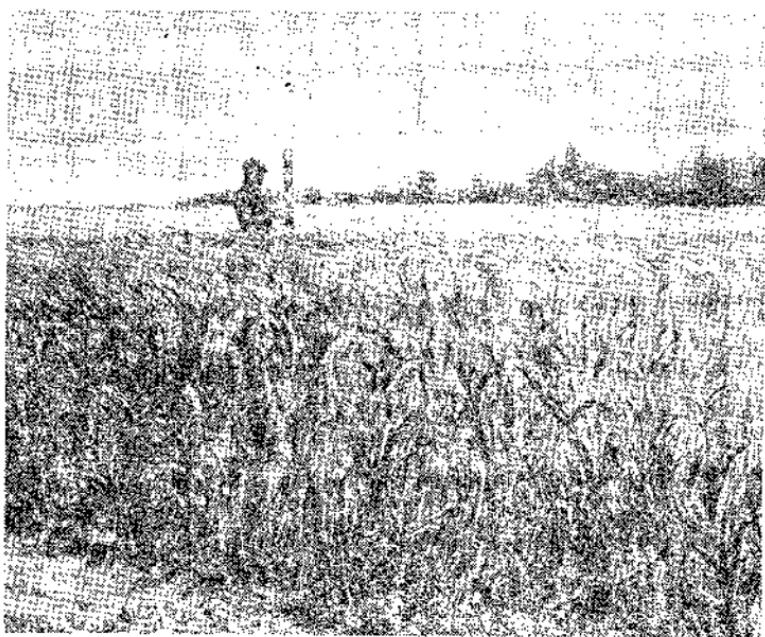


Рис. 18. Торфяно-болотные почвы после освоения.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

I Описание и определение почв тундровой и лесо-луговой зон

1. Учащиеся изучают на почвенной карте СССР географическое распространение тундровой и лесо-луговой почвенных зон, их границы, условные обозначения основных почвенных типов, которые входят в состав этих зон, и их размещение.

2. На почвенных монолитах изучают строение профиля, морфологические признаки, делают зарисовки и дают определение наиболее типичных почв*.

3. На крупномасштабных почвенных картах хозяйств изучают условные обозначения почв, закономерности их размещения и производственные показатели.

Наряду с почвенными картами изучают различные картограммы: картограмму потребности почв в известковании, в фосфорных, калийных удобрениях и др.

II. Определение подвижной P_2O_5 в почве методом Кирсанова

Для определения содержания в почве доступного растениям фосфора используют различные кислотные вытяжки.

Метод Кирсанова основан на извлечении из почвы доступного растениям фосфора 0,2 п раствором соляной кислоты с дальнейшим колориметрическим определением.

Ход анализа заключается в следующем.

1. На технических весах отвешивают 5 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями 1 мм.

2. Навеску высыпают в колбочку, куда приливают 25 мл 0,2 п раствора соляной кислоты.

3. Почву с кислотой встряхивают в течение 1 минуты и затем фильтруют через сухой фильтр в сухую колбочку.

4. Берут пипеткой 5 мл фильтрата в пробирку, куда добавляют 5 мл раствора молибденокислого аммония, реактив «Б».

5. В пробирку опускают оловянную палочку и помешивают содержимое в течение 10—20 секунд до постоянной голубой окраски. После обработки жидкости в пробирке оловянную палочку споласкивают дистиллированной водой и вытирают фильтровальной бумагой.

6. Испытуемый раствор сравнивают по окраске со шкалой образцовых растворов, в которых содержание P_2O_5 известно, и находят таким образом количество в миллиграммах P_2O_5 на 100 г, пользуясь следующей таблицей.

* Если техникум расположен в районе залегания изучаемых почв, проводят экскурсию в поле, где описание почвы делают по почвенным разрезам. В поле же берут образцы для лабораторных исследований.

Вычисление фосфорной кислоты (P_2O_5)

№ образцового раствора	P_2O_5 в 100 мл образцового раствора	P_2O_5 в 5 мл испытуемого раствора в мг	P_2O_5 на 100 г почвы	№ образцового раствора	P_2O_5 в 100 мл образцового раствора	P_2O_5 в 5 мл испытуемого раствора в мг	P_2O_5 на 100 г почвы
1	0,25	0,0125	1,25	5	2,00	0,1000	10,0
2	0,50	0,0250	2,5	6	3,00	0,1500	15,0
3	1,00	0,0500	5,0	7	4,00	0,2000	20,0
4	1,50	0,0750	7,5	8	5,00	0,2500	25,0

Если в испытуемом растворе интенсивность окраски окажется больше, чем в последнем образце стандарта, то необходимо фильтрат данной пробы разбавить раствором 0,2 п HCl в пять раз и помешать оловянной палочкой. Полученную таким путем голубую окраску сравнивают со стандартной шкалой и при расчетах делают поправку на разбавление.

Нередко при помешивании фильтрата оловянной палочкой получается зеленое окрашивание. Появление зеленого окрашивания связано с весьма малым содержанием фосфора в почве и всегда указывает на сильную нуждаемость растений в фосфорных удобрениях.

Необходимые реактивы: оловянная палочка из химически чистого олова; молибденовые реактивы «А» и «Б»; 0,2 п раствор HCl; образцовый раствор фосфата; шкала образцовых растворов фосфата.

Приготовление реактива «А». Нагревают в колбе почти до кипения 100 мл дистиллированной воды и всыпают туда 10 г химически чистого молибденокислого аммония, помешивая стеклянной палочкой до полного растворения. Далее горячий раствор фильтруют, затем охлаждают, приливают к нему 200 мл крепкой HCl и добавляют 100 мл холодной дистиллированной воды. Так получается реактив «А». Хранить его необходимо в темной посуде и темном месте.

Приготовление реактива «Б». Реактив «Б» готовят из реактива «А». Для этого 1 часть реактива «А» разбавляют 4 частями дистиллированной воды.

Образцовый раствор фосфата приготавливается следующим образом: 242 мг химически чистого $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ растворяют в 1 л 0,2 п раствора HCl. В 1 л такого раствора содержится 100 мг P_2O_5 , или в 1 мл 0,1 мг P_2O_5 . Шкалу образцовых растворов готовят из образцового раствора $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ с содержанием 0,1 мг P_2O_5 в одном миллилитре. Для этого берут 8 мерных колбочек емкостью по 100 мл и в каждую из них отмеривают бюреткой указанные в нижеприведенной таблице количества раствора $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, доливают 0,1 п раствором

После метки, тщательно перемешивают и сохраняют до употребления.

Шкала образцового раствора для определения P_2O_5

Взято мл образцового раствора	Добавлено мл 0,1 н растворя щего HCl до 100 мл	Содержание P_2O_5 в 100 мл полученного раствора (мг)	% мерных колб	Взято мл образцового раствора	Добавлено мл 0,1 н растворя щего HCl до 100 мл	Содержание P_2O_5 в 100 мл полученного раствора (мг)
1	2,5	97,5	0,25	5	20,0	80,0
	5,0	95,0	0,50	6	30,0	70,0
3	10,0	90,0	1,00	7	40,0	60,0
1	15,0	85,0	1,50	8	50,0	50,0

Перед самым определением из этих растворов берется по 1 мл в пробирки, имеющие те же номера, что мерные колбочки, и пробирки прибавляют по 5 мл реактива «Б» и помешивают погонянной палочкой в течение 10—20 секунд. После этого все пробирки закрываются каучуковыми пробками, и в таком виде шкала стандартных растворов может сохраняться несколько дней. Серия же образцовых растворов в мерных колбах может сохраняться очень продолжительное время.

III. Определение подвижных форм калия в почве по методу И. Ф. Голубева

Техника определения. 5 г почвы высыпают в колбочку на 100 мл, приливают 50 мл 10% раствора $NaNO_3$ и взбалтывают 30 минут, затем фильтруют.

Для определения калия 5 мл фильтрата помещают в пробирку, добавляют 4 мл 10% раствора $NaNO_3$ и 1 мл 0,1 н раствора $AgNO_3$, приготовленного не на воде, а на 10% $NaNO_3$. Сохранимые пробирки взбалтывают, охлаждают и к нему добавляют 5 капель кобальтнитрита натрия, являющегося раствором 5 г $Na_3Co(NO_2)_6$ в 10 мл 10% $NaNO_3$. В присутствии калия образуется желтая муть, интенсивность которой сравнивают с образцовой шкалой, определяя содержание калия в пробе.

Приготовление образцовой шкалы. 0,2592 г химически чистого KNO_3 растворяют в 1 л 10% $NaNO_3$ (1 мл раствора содержит 0,0001 г калия). В пробирки последовательно наливают: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,75; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 мл этого раствора. Затем объем раствора каждой пробирки доводят до 9 мл 10% раствором $NaNO_3$, прибавляют по 1 мл 0,1 н $AgNO_3$ и после встряхивания все пробирки помешают на 30 минут в сосуд с водой, температура которой не выше 10—15° (это создает совершенно одинаковые условия осаждения и увеличивает чувстви-

тельность осадителя). Если определение калия ведут летом, то температуру $+10^{\circ}$ получают прибавлением к комнатной воде поваренной соли, хлористого аммония или кусочков льда. При температуре $+15^{\circ}$ пробирки держат 30 минут. После этого их извлекают и в каждую добавляют по 5 капель кобальтнитритного реактива, смешивают и определяют калий. Сравнение со шкалой удобнее всего проводить при падающем свете и на темном фоне. Для быстроты и удобства работ лучше всего заготовить заранее партию пробирок одинаковых размеров и нанести на них черточки, соответствующие объемам в 5, 9 и 10 мл. Тогда не нужно будет отмеривать каждый раз пробу и реактивы пипеткой.

Необходимо иметь в виду, что шкала начинает изменяться уже через час после приготовления. Поэтому следует заготовить все пробирки шкалы и все пробирки с испытуемыми растворами, погрузить их одновременно в воду и только перед самым определением добавлять в каждую пробирку по 5 капель кобальтнитритного реактива. Раствор реактива также непрочен, поэтому следует каждый раз заготовлять его, исходя из потребности, и только на половину рабочего дня.

Вычисление содержания калия в миллиграммах на 100 г почвы делают следующим образом. Количество калия в любой пробирке шкалы умножают на 20 (для приведения к 100 мл фильтрата) и еще раз на 10 (для пересчета на 100 г почвы).

Расчет. Пусть пробирка с испытуемым раствором по плотности осадка совпала с 5-й пробиркой шкалы, в которой находилось 0,05 мг калия. Тогда 0,05 мг умножают на 20 (для пересчета на весь объем вытяжки) и на 10 (для пересчета на 100 г почвы). Для ускорения вычисления можно пользоваться таблицей.

Количество калия по результатам анализа по методу И. Ф. Голубева

№ пробирок	Количество образцового раствора (мл)	Содержание калия в пробирках шкалы (мг)	Содержание калия на 100 г почвы (мг)	Примечание
1	0,1	0,01	2	Полученные результаты обычно выражают не в K, а в K_2O .
2	0,2	0,02	4	
3	0,3	0,03	6	
4	0,4	0,04	8	
5	0,5	0,05	10	
6	0,75	0,075	15	
7	1,0	0,10	20	
8	2,0	0,20	40	
9	3,0	0,30	60	
10	5,0	0,50	100	

Реактивы. 1. 0,1 н раствор AgNO_3 (16,99 г соли AgNO_3 растворяют в литровой колбе 10% раствора NaNO_3 и доводят до метки).

2. Раствор кобальтнитритного натрия [3 г $\text{Na}_3\text{CO}(\text{NO}_2)_6$ растворяют в 10 мл 10% NaNO_3].

Заключение. В зависимости от содержания подвижных форм азота в почвах условно их принято считать бедными (1—5 мг на 100 г почвы), средне богатыми (6—10 мг на 100 г почвы), выше среднего (10—15 мг на 100 г почвы), богатыми (16—25 мг на 100 г почвы), очень богатыми (больше 25 мг на 100 г почвы).

IV. Определение зольности торфа

Зольность торфа является одним из существенных показателей, характеризующих производственную ценность торфяно-болотных почв.

Для определения зольности образец торфа доводят до воздушно-сухого состояния, размалывают, просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм и помещают в банку с притертой пробкой.

Из этого образца берут 5—10 г воздушно-сухого торфа, помещают во взвешенный фарфоровый тигель и осторожно озолняют начиная при низкой температуре, а когда выделение газа окончено, температуру муфельной печи усиливают, не доводя тигель до темно-красного каления. Озоление оканчивается, когда не видно вспыхивающих при помешивании платиновой проволочной угольков.

Одновременно с этим в другой навеске торфа определяют процент гигроскопической влаги.

Процент зольности вычисляется по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 100}{b},$$

где: X — искомый процент зольности,

a — вес золы навески в граммах,

b — вес абсолютно сухого торфа, взятого для озоления, в г.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Лесостепная зона расположена между лесо-луговой и степной зонами и характеризуется сочетанием лесных и степных участков. Общая площадь ее составляет около 1,2 млн. км².

Зона простирается в виде сравнительно узкой полосы с юго-запада на северо-восток, от советско-румынской границы до предгорий Алтая, Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау. Далее к востоку за Байкалом лесостепь появляется в виде узкой прерывистой полосы и отдельными пятнами, приуроченными преимущественно к межгорным котловинам.

На севере она граничит с лесо-луговой зоной, а на юге ее граница проходит примерно по линии: Кишинев — Кременчуг — Полтава — Валуйки — Борисоглебск — Сызрань — Куйбышев — Омск — Новосибирск — Барнаул — предгорья Алтая.

Лесостепь является наиболее заселенной и хозяйственной освоенной зоной в европейской части СССР и отчасти в Западной Сибири. Вместе с тем лесостепь — зона древней земледельческой культуры. Согласно археологическим данным, земледелие здесь начало развиваться за несколько тысяч лет до нашей эры. Не подлежит сомнению, что в этой зоне в очень сильной степени сказалось длительное влияние производственной деятельности человека на почвенный покров и естественную растительность. По мере развития земледелия леса вырубали, тем самым отодвигая их все дальше и дальше 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 полагать, что в историческом прошлом этой зоны имели место неоднократные взаимные смены травянистой и древесной растительности и что почвенный покров лесостепи испытывал попеременное воздействие лесной и степной растительных формаций (рис. 19).

Климат. Климат лесостепи заметно отличается от лесо-луговой зоны несколько меньшим количеством годовых осадков, неустойчивостью, континентальностью, наличием летних суховеев, особенно в восточной части, повышенным испарением и сухостью теплого периода.

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 (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 дней, на востоке 180 дней. В целом же климатические условия лесостепи обеспечивают возможность нормального развития в одинаковой степени как лесной, так и степной растительности.

Почвообразующие породы. Наиболее распространенными почвообразующими породами лесостепи являются лёссы и лёссовидные суглинки. В приволжских и заволжских районах значительное место занимают покровные суглинки и глины элю-

вильно-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.

Рельеф. В отношении рельефа лесостепная зона в различных частях имеет некоторые особенности. Европейская часть

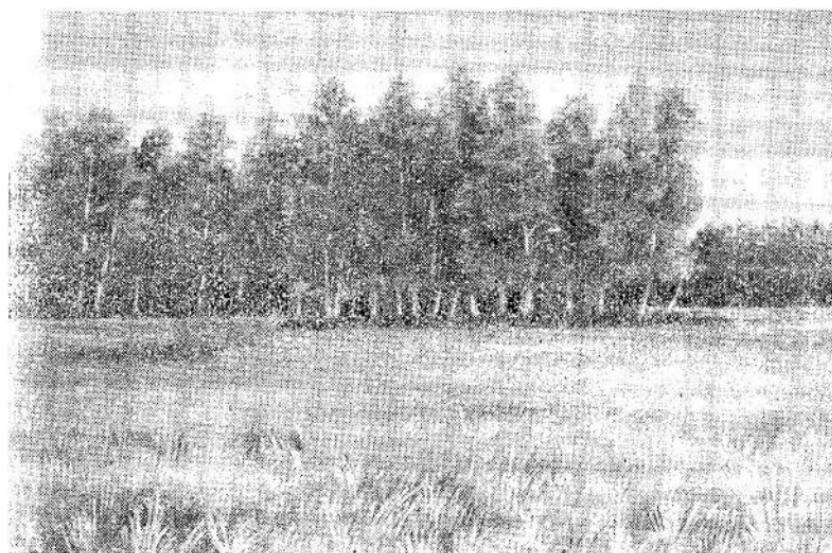


Рис. 19. Лесостепь.

лесостепи — слабоволнистая равнина с хорошо развитой гидрографической сетью и сравнительно неглубоким уровнем грунтовых вод. Водоразделы в большинстве случаев имеют платообразную форму, и их склоны сильно изрезаны оврагами и балками.

Лесостепь, расположенная в Западно-Сибирской низменности, представляет равнину с очень редкой речной сетью и почти полным отсутствием следов эрозионных процессов. Лесостепные районы, расположенные к востоку от Западно-Сибирской низменности, характеризуются расчлененным холмисто-буристым рельефом.

Существенной особенностью рельефа лесостепи является значительная испещренность 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.

Растительность. В отношении естественной растительности зона лесостепи характеризуется чередованием лесных участков со степными массивами. В настоящее время степные участки здесь почти полностью распаханы. Лесная растительность в этой полосе представлена главным образом широколиственными лесами, состоящими из дуба, ясения, граба, клена, липы и др.

Естественная травянистая растительность сохранилась в основном только в природных заповедниках и по опушкам лесов и представлена лугово-степными и луговыми видами. Вместе с тем большое распространение травы имеют и в широколиственных лесах, особенно дубовых, отличающихся обычно хорошей освещенностью. Наличие травянистого покрова в широколиственных лесах обусловливает развитие дернового процесса, с которым связано накопление перегноя в почве, образование структуры и довольно мощного дерново-перегнойного горизонта.

Развитию дернового процесса благоприятствует и то, что широколиственные породы отличаются большим потреблением элементов зольного питания, особенно кальция и калия. Поэтому ежегодно при опадении листьев, веток, плодов и пр. почвы обогащаются основаниями, а одновременно азотом, калием, фосфором, серой и другими важнейшими элементами питания.

ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Занимая переходное положение между лесо-луговой и лугово-степной зонами, лесостепь характеризуется сложным и своеобразным почвенным покровом. В этой зоне широкое развитие имеют серые лесные почвы, выщелоченные и тучные черноземы, а также различные представители почв дерново-подзолистого типа. Еще более велико многообразие почв в лесостепи Западно-Сибирской низменности: здесь наряду с серыми лесными почвами и черноземами очень часто встречаются солончаки, солонцы, солоди и болотные образования.

Однако наиболее типичными для лесостепной зоны являются серые лесные почвы. Они обладают хорошо выраженным перегнойным горизонтом, значительным содержанием органического вещества, слабокислой реакцией и комковатой структурой, обуславливающей благоприятный водный, воздушный и пищевой режимы.

В зависимости от содержания гумуса и мощности перегнойного слоя серые лесные почвы подразделяются на темно-серые, серые и светло-серые лесостепные почвы.

Типичным для серых лесных почв (под дубравой) является следующий профиль:

A_0 — лесная подстилка мощностью 2—4 см.

A_1 — 0—25 см. Перегнойный горизонт серой окраски, с явно

выраженной комковатой структурой. Книзу окраска заметно сгущается.

A_2 — 25—45 см. Подзолистый горизонт серой или коричневато-серой окраски; структура ореховатая с белесой кремнеземистой присыпкой.

B — 45—100 см. Иллювиальный плотный горизонт коричневато-серой окраски с орехово-призматической структурой; местами заметны белесоватые пятна кремнеземистой присыпки.

C — от 100 см и глубже. Буровато-палевый лесс, неясно призматический, слабо трещиноватый. Вскапывание карбонатов определяется на глубине 1,5—2 м.

Наличие в профиле почвы белесой кремнеземистой присыпки свидетельствует о развитии подзолообразовательного процесса, хотя этот процесс здесь проявляется в весьма слабой степени (табл. II, 2).

Темно-серые лесные почвы отличаются более темной окраской дерново-перегнойного слоя, значительным содержанием органического вещества, почти полным отсутствием горизонта A_2 и вместе с тем ясно выраженной мелкоореховатой структурой иллювиального горизонта; в верхней и средней частях горизонта B хорошо заметна кремнеземистая присыпка.

Развитые главным образом в южной части лесостепной зоны темно-серые почвы многими чертами приближаются к черноzemным.

Светло-серые лесные почвы беднее органическим веществом; они обладают меньшим дерново-перегнойным горизонтом и более светлой окраской. Горизонт A_2 у них обычно ясно выражен, и этим они в значительной мере приближаются к дерново-подзолистым почвам.

Содержание органического вещества в описываемых почвах постепенно уменьшается от темно-серых к светло-серым; вместе с тем при движении с запада на восток количество перегноя в почвах заметно увеличивается (табл. 6).

Таблица 6
Содержание перегноя (в процентах) в горизонте A_1
серых суглинистых почв лесостепи
(по данным Д. Г. Виленского)

Местонахождение почв	Почвы		
	светло-серые	серые	темно-серые
Украинская ССР	1,5—2	2—3	2,5—3,5
Центральные области европейской части РСФСР	2—3	4—5	5—7
Восточные области европейской части РСФСР	3—5	4—6	6—8

Содержание валового азота в серых лесных почвах обычно не превышает 0,1—0,2%, а реже 0,18—0,32%. В то же время нельзя не отметить, что эти почвы отличаются высоким содержанием усвояемой фосфорной кислоты не только в перегнойном, но и в иллювиальном горизонте.

О реакции почвенного раствора и степени насыщенности почв основаниями наглядное представление дает табл. 7.

Таблица 7
Химический состав серой лесной почвы
(по данным Н. П. Ремезова)

Гори- зонт	Глубина извлечения образца (см.)	Перегной (процент)	Поглощенные катионы (в мг на 100 г почвы)				Степень насы- щенности основаниями (процент)	рН солевой вытяжки
			Ca	Mg	H	сумма		
A ₁	4—10	4,4	20	8	6	34	82	5,5
A ₂	20—30	1,8	16	6	4	26	85	6,1
B ₁	40—50	0,7	18	6	2	26	92	6,3
B ₂	70—80	0,4	17	6	1	24	91	6,6

Эти данные показывают, что серые почвы лесостепи отличаются слабокислой реакцией, большим содержанием Ca, Mg и высокой степенью насыщенности основаниями.

Серые лесостепные почвы обладают довольно высоким естественным плодородием и являются пригодными для выращивания самых разнообразных зерновых и технических культур.

Высокопроизводительное использование серых лесных почв в сельском хозяйстве связано с применением правильной системы земледелия. Ведущую роль в этой системе должны иметь прежде всего приемы, обеспечивающие создание мощного пахотного слоя, увеличение запасов перегноя, азота, фосфора и калия, а также мероприятия, предупреждающие развитие эрозионных процессов.

В качестве противоэрэзионных 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, верховых балок и оврагов.

На светло-серых и серых почвах, имеющих несколько повышенную кислотность, должно применяться известкование.

В лесостепной зоне существенное значение имеет также борьба за влагу и создание благоприятного водного режима в почвах. В этих целях здесь должны широко практиковаться такие мероприятия, как снегозадержание и насаждение полезащитных лесных полос.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ ПОЧВЫ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

РОЛЬ М. В. ЛОМОНОСОВА, В. В. ДОКУЧАЕВА, П. А. КОСТИЧЕВА
В УСТАНОВЛЕНИИ ГЕНЕЗИСА ЧЕРНОЗЕМОВ

Первая попытка решить вопрос о происхождении черноземов принадлежит великому русскому ученому М. В. Ломоносову. В своей работе «О слоях земных» он писал: «Его происхождение не минеральное, но из двух прочих царств природы, из животного и растительного всяк признает...». «И так нет сомнения, — заканчивает он свои рассуждения по этому вопросу, — что чернозем не первообразная и не первозданная материя, но произошел от согнивания животных и растущих тел со временем». Так, впервые в истории науки о почве М. В. Ломоносов глубоко вскрыл сущность почвообразования и установил, что чернозем — это природное тело, которое возникло и развивается под воздействием элементов биосфера, растений и животных.

Этот простой, ясный и в то же время глубоко правильный вывод, сделанный М. В. Ломоносовым, не был воспринят и развит в свое время другими исследователями, и в вопросе о генезисе чернозема были выдвинуты впоследствии другие различные гипотезы, не получившие, однако, признания и подтверждения.

Большую роль в изучении черноземов сыграл В. В. Докучаев. Он первый произвел обстоятельное и систематическое исследование всей области черноземных почв, дал описание отдельных природных районов ее и изучил морфологию, химические и физические свойства различных черноземов.

После опубликования работы В. В. Докучаева «Русский чернозем» прекратилось создание новых «теорий» происхождения черноземов.

Значительный вклад в изучение черноземных почв внес проф. П. А. Костычев, обобщивший свои исследования в книге «Почвы черноземной области России».

В настоящее время окончательно утверждилась 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, большим содержанием гумуса, прочной зернисто-комковатой структурой и весьма высоким плодородием.

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Современная область распространения черноземных почв располагается южнее лесо-луговой зоны и занимает площадь, равную в общей сложности 190,5 млн. га, или 8,6% всей территории СССР.

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-й параллели 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.

Климат. Климат черноземной зоны может быть охарактеризован в одних частях как умеренно теплый, в других — умеренно холодный с несколько меньшим количеством осадков по сравнению с лесо-луговой зоной, особенно в восточной части.

Среднее количество атмосферных осадков, выпадающих в течение года на большей части черноземной зоны, составляет около 400—500 мм. Но главная масса осадков выпадает здесь в виде ливней и притом в летние, наиболее жаркие месяцы, вследствие чего лишь незначительная часть атмосферной влаги проникает в почву, остальное же количество ее через испарение и поверхностный сток теряется для почвы бесследно. Испарение с поверхности почвы в европейской части зоны достигает 300—450 мм в год.

Ограниченнное количество поступающей в почву влаги не производит здесь значительного выщелачивающего действия.

Почвообразующие породы. Материнские породы, на которых формируются черноземные почвы, очень разнообразны. В европейской части СССР черноземная зона характеризуется широким развитием лёссов и лёссовидных пород; в Сибири почвообразующими породами черноземных почв являются различного происхождения суглинки и глины, лишь в верхних горизонтах приобретающие признаки лёссовидности.

Наконец, нередко можно встретить в качестве материнских горные породы и более древнего происхождения, например мергелистые глины, известняки, песчаники и др. Большинство почвообразующих пород черноземной зоны характеризуется наличием карбонатов кальция и магния.

Рельеф. Преобладающей формой рельефа на большей части черноземно-степной зоны является равнина. Сравнительным од-

внешними условиями рельефа в черноземной зоне объясняется отсутствие и отсутствие той сильной пестроты в почвенном покрове, которая имеет место в дерново-подзолистой зоне.

Растительность. Почвы черноземного типа образовались в основном под покровом густой травянистой лугово-степной растительности.

Существенными признаками черноземной зоны являются наличие и преобладание в составе растительного покрова множественных, преимущественно плотнодерновинных злаков.

Состав лугово-степной растительности на протяжении всей рассматриваемой зоны неодинаков. Так, например, в южных райо-



Рис. 20. Ковыльная степь.

нах в травостое встречаются главным образом ковыль, типчак, пониконог, житняк, пушистый овес, тонколистная полевица, степной костер и др. (рис. 20).

В северной части черноземной зоны основной растительный фон складывается преимущественно из лугового мятыка, пырея, чаполота, клевера, горицвета, шалфея, астрагала и эспарната.

Корневая масса травянистой растительности на черноземах резко преобладает над массой живых надземных органов: надземная часть растений дает 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.

ОБРАЗОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ, ИХ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Черноземные почвы образовывались на протяжении огромного периода времени под воздействием дернового процесса в условиях лугово-степной растительности.

Богатая травянистая растительность ежегодно после отмирания оставляет в почве большое количество органической массы. В результате процессов гумификации значительная часть растительных остатков превращается в перегной. Условия увлажнения и температуры в этой зоне способствуют образованию и накоплению в почве гумусовых веществ с высоким абсолютным и относительным содержанием гуминовых кислот. Органические кислоты в черноземах легко нейтрализуются благодаря наличию в почвах значительного количества оснований, главным образом кальция, поступающих в почвенный раствор в результате минерализации органических остатков, а также подтягивания карбонатов к гумусовому горизонту 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 сравнительно невелико.

Слабое промывание почв при значительном содержании в почвенном растворе катионов кальция и магния способствует коагуляции перегнойных соединений и образованию прочных структурных агрегатов из тесно связанных органических и минеральных веществ.

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. Большинство 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. 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 резких переходов (рис. 21). В качестве иллюстрации к сказанному приведем следующее описание профиля типичного чернозема.

Горизонт А — 0—50 см; окраска почти черная, равномерная; структура зернистая, очень прочная; структурные агрегаты в подавляющем большинстве имеют в диаметре 2—3 мм. Густо пронизан корнями травянистой растительности. Горизонт наибольшей аккумуляции перегноя. Содержание перегноя убывает книзу весьма постепенно,

Горизонт В₁ — 50—90 см; переходный перегнойный горизонт. Окраска черно-бурая, неравномерная, переходящая книзу в палево-серую. Структура комковатая. Менее густо пронизан корнями. Аккумуляция перегноя выражена слабее, чем в вышеизложенном горизонте. Всасывает от HCl с глубины 80 см.

Горизонт В₂ — 90—125 см; переходный к материнской породе горизонт буровато-серой окраски; в верхней части неглубоко черные языки перегноя по ходу корней; структура крупнокомковатая. В нижней части изобилует выделениями карбонатов кальция в виде конкреций «белоглазки» и «журавчики». Бурно всасывает с соляной кислотой. Переход к следующему горизонту четкий.

Горизонт С — глубже 125 см; с палевой окраски, пористого сложения, местами вертикально трещиноватый. Всасывает от HCl. Постепенность перехода перегнойного горизонта в материнскую породу говорит об отсутствии в данных почвах сильного выноса, или выщелачивания, а также с этим, следовательно, и о богатстве этих почв необходимыми для растений питательными элементами (табл. 8).

Благодаря наличию карбонатов кальция и магния и других различного рода солей в материнской породе, а также вследствие слабой промываемости атмосферными осадками черноземные почвы обладают высокой насыщенностью основаниями (табл. 9).

Черноземные почвы насыщены кальцием образом кальцием и магнием, причем преобладающее место занимает кальций, относительное содержание которого достигает 90,4% от суммы обменных оснований.

Благодаря богатству перегноем и насыщенности кальцием черноземные почвы имеют прочную зернистую структуру, связанные с этим и благоприятные водные, воздушные и тепловые свойства. Никакие другие почвы в природе не обладают столь совершенной, агрономически ценной структурой, как черноземы.

Реакция почвенного раствора черноземов в большинстве случаев нейтральная, наиболее отвечающая потребности культур-

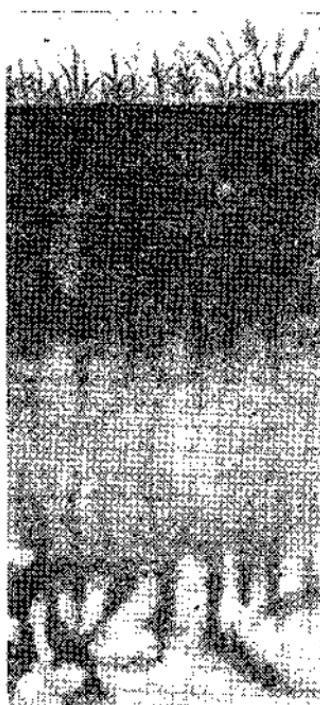


Рис. 21. Профиль типичного чернозема.

ных растений. В более редких случаях она бывает слабокислой или слабощелочной.

Таблица 8

**Валовой состав тучного глинистого чернозема в процентах
от сухой почвы
(по данным К. Шмидта)**

Глубина (см)	Пере- гной	Минераль- ные ве- щества	Элементы								
			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

Общее количество водорастворимых соединений в черноземах обычно невелико и редко достигает 0,1%, в большинстве случаев измеряется сотыми долями процента. При этом извлекаемые водой вещества наполовину состоят из органических и наполовину из минеральных соединений.

Таблица 9

**Состав поглощенных катионов в черноземе
(по данным Е. Н. Ивановой)**

Глубина (см)	Содержание (м·экв)		Емкость по- глощения (м·экв)	Процентный состав погло- щенных катионов (м·экв) 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	32,1	4,7	36,8	87,2	12,8

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ
ПОДТИПОВ ЧЕРНОЗЕМОВ**

Почвенный покров черноземной зоны представлен многими почвенными разновидностями, которые объединяются в следующие главнейшие подтипы: черноземы оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные.

По количеству гумуса в верхнем слое черноземы делятся на гумусные (гумуса более 9%), среднегумусные (гумуса от 6—7 до 9%), малогумусные (гумуса от 4 до 6—7%) и слабогумусные (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 см и мощные несколько больше 50 см.

Оподзоленные черноземы развиваются преимущественно под широколиственными лесами лесостепной зоны, где вследствие более влажного климата процессы выщелачивания и оподзоливания в почвах проявляются в заметной степени. По ряду признаков и свойств оподзоленные черноземы стоят близко к темно-серым лесостепным почвам. Они характеризуются небольшим запасом перегноя в гумусовом горизонте (4—6%) и глубоким залеганием карбонатов. Отличаются темно-серой окраской гумусового горизонта, хорошо выраженной комковато-зернистой структурой и наличием в нижней части гумусового горизонта и в верхней части иллювиального признаков оподзоливания в виде скоплений кремнезема.

Иллювиальный горизонт значительно уплотнен и, имея ореховатую и комковато-призматическую структуру, по строению приближается к аналогичному горизонту оподзоленных лесостепных почв.

Оподзоленные черноземы обладают слабокислой реакцией, $pH = 5,0—6,1$ и высокой степенью насыщенности основаниями (80—90%). Содержание подвижных форм P_2O_5 в них довольно низкое и, по данным анализов, большей частью колеблется в пределах 5,5—7,5 мг на 100 г почвы. В связи с этим оподзоленные черноземы в большинстве случаев сильно нуждаются в фосфорных удобрениях.

Выщелоченные черноземы широко распространены главным образом в лесостепи, а также частично и в степях, отдаленных от лесов, в условиях повышенного увлажнения. Они имеют более значительные запасы гумуса в перегнойном слое (7—12%).

Характерными морфологическими признаками выщелоченных черноземов являются: наличие в них уплотненного иллювиального горизонта с комковато-призматической структурой, пониженный уровень вскипания и наряду с этим отсутствие признаков оподзоливания.

Выщелоченные черноземы обладают небольшой обменной кислотностью, которая обычно колеблется в пределах $pH =$

= 5,7—6,6. Вместе с тем они отличаются высокой степенью насыщенности основаниями, достигающей 87—95%. Количество усвояемых форм P_2O_5 в них невелико, и в этом отношении они нуждаются в фосфорных удобрениях в такой же степени, как и оподзоленные черноземы.

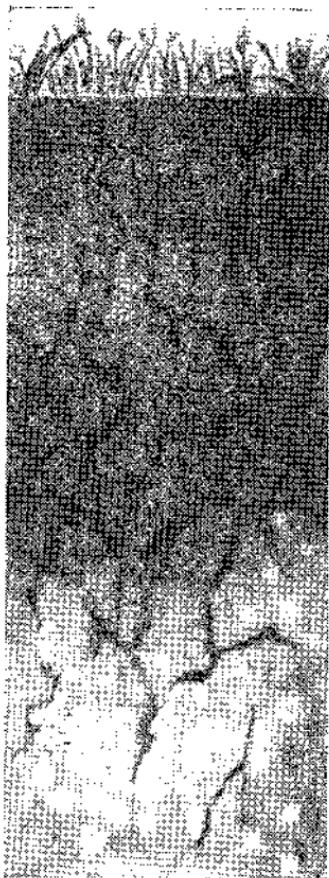


Рис. 22. Профиль южного чернозема.

менее интенсивную окраску гумусового горизонта, обычно меньшую его мощность, менее отчетливую зернистую и хорошо выраженную комковатую структуру. Обыкновенные черноземы содержат около 6—8% перегноя, мощность перегнойного горизонта составляет около 65—90 см. Вскапывание карбонатов в них начинается уже с глубины в 50—60 см от поверхности.

Южные черноземы распространены в южных районах черноземной зоны. Они характеризуются незначительным содержанием перегноя, около 4—6%. Перегнойный горизонт развит не сильно и обычно не превышает 45—65 см (рис. 22).

Типичные черноземы распространены несколько южнее и юго-восточнее предыдущих почв и представляют почвы, в которых наиболее ярко выражены характерные свойства, присущие черноземам. Типичные черноземы отличаются сильно развитым перегнойным горизонтом, средняя мощность которого составляет около 100—120 см. Количество перегноя в них часто колеблется в пределах 10—12%, но иногда оно достигает 15—20%. Обладают прочной зернистой структурой и интенсивно черной окраской. Реакция почвенного раствора нейтральная. Вскапывание углекислой извести под действием соляной кислоты обнаруживается на глубине 70—80 см.

Типичные черноземы являются наиболее богатыми плодородными почвами в нашей стране.

Обыкновенные черноземы встречаются южнее типичных, в районах с меньшим количеством осадков: на Украине, в Среднем Поволжье, Западном Урале, Западной Сибири, на Алтае и в Казахстане.

Обыкновенные черноземы по морфологическим признакам несколько отличаются от типичных. Они имеют

Вспышение карбонатов начинается в большинстве случаев самой поверхности почвы, реакция почвенного раствора чрезко слабошелочная. Очень часто на небольшой глубине, ниже скопления карбонатов, имеет место выделение гипса в виде кристаллов, прожилок и других новообразований. Окраска южных черноземов темно-серая или серая. Структура в поверхностных слоях крупнозернистая, глубже комковатая.

Своебразными представителями южных черноземов являются приазовские, или предкавказские, черноземы. Они заходят к востоку от Азовского моря, простираясь вплоть до предгорий Кавказа. Эти черноземы отличаются сильно развитым перегнойным горизонтом, достигающим 1,5—1,8 м и более. Содержание перегноя в них сравнительно небольшое — 4—6%. Вследствие незначительного содержания перегноя они имеют бурую или темно-серую окраску. Вспышение углекислой извести обнаруживается с самой поверхности почвы или на незначительной глубине. Обладают хорошо выраженной крупнозернистой структурой. Реакция почвенного раствора нейтральная или слабошелочная.

Обладая мощным гумусовым горизонтом, а следовательно, и большим содержанием органического вещества, приазовские, или предкавказские, черноземы отличаются высокой производительностью.

ВАЖНЕЙШИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЧЕРНОЗЕМОВ

Черноземные почвы отличаются весьма высоким плодородием и в этом отношении являются лучшими почвами в нашей стране. Благодаря высокой производительности черноземы в настоящее время почти полностью распаханы и в целинном состоянии встречаются очень редко, лишь на сравнительно небольших участках.

Тем не менее, несмотря на большое богатство черноземных почв питательными веществами и на благоприятные химические и физические их свойства, в черноземной зоне довольно часто наблюдаются недороды, а иногда и гибель тех или иных сельскохозяйственных культур. Основной причиной, влияющей на снижение урожаев, является недостаток влаги в почве. Поэтому в комплексе агромероприятий, направленных на создание высоких и устойчивых урожаев в этой зоне, первостепенное значение имеет борьба за влагу, которая заключается, прежде всего, в создании полезащитных лесонасаждений, восстановлении структуры почвы на выпаханных участках, глубокой зяблевой вспашке, всемерном уничтожении сорняков и, наконец, в снегозадержании на полях с целью насыщения почвы влагой и предохранения озимых культур от вымерзания.

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 растворимых питательных веществ для растений. Вместе с тем она является надежным средством борьбы с сорняками.

Наряду с этим огромное значение для создания благоприятного водного режима почв имеет развитие искусственного орошения путем строительства ирригационных сооружений, а также создания прудов и водоемов в естественных ложбинах, у истоков рек, в верховых балок и оврагов и в других естественных понижениях.

Отмечая всю важность мероприятий по накоплению и сохранению влаги в почве, отнюдь не следует упускать из виду и мероприятия, направленные на поддержание и повышение 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 плодородие.

Черноземные старопахотные почвы, как показывают опыты, хорошо отзываются на вносимые удобрения, в первую очередь, на фосфорнокислые. Помимо фосфора, эффективны на черноземах также азотные и калийные удобрения.

Большое значение приобретает здесь навоз как средство обогащения почв перегноем, улучшения структуры, а вместе с тем физических и биохимических ее 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 органических удобрений является совершенно необходимым условием для поддержания их плодородия на высоком уровне.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

I. Описание лесостепных и черноземных почв

1. На почвенной карте СССР учащиеся изучают географическое распространение серых лесостепных и черноземных почв, их границы, условные обозначения основных почвенных типов и подтипов, входящих в состав лесостепной и черноземной почвенно-климатических зон, и их пространственное размещение.

2. На почвенных монолитах изучают строение профиля, морфологические признаки, делают зарисовки и дают определение наиболее типичных почв.

3. На крупномасштабных почвенных картах совхозов или колхозов изучают условные обозначения почв, закономерности их размещения на территории хозяйства и производственные показатели.

4. В почвенных образцах в лаборатории определяются pH водной вытяжки, структурность и общий азот.

II. Определение общего азота в почвах по методу И. Ф. Голубева

В основу метода положено окисление гумуса почвы перманганатом в сернокислой среде. Все азотистые соединения почвы при этом переходят в аммонийную форму, по количеству которой определяют содержание общего азота.

Техника определения. Навеску почвы от 0,1 до 0,5 г (в зависимости от содержания пергноя) помещают в маленькую коническую колбочку и приливают 5 мл концентрированной серной кислоты. Накрывают колбочку воронкой (лучше с загнутым в сторону носиком), кипятят ее на сетке в течение 5 минут. Сжигание должно быть небурным и равномерным. Эта операция имеет целью гумифицировать неразложившиеся части органического вещества почвы.

Затем колбочку снимают с сетки, охлаждают и осторожно через воронку, постоянно помешивая, приливают 30 мл дистиллированной воды и 20 мл 0,5 п KMnO_4 .

Колбу снова ставят на огонь и кипятят 10 минут. После этого сжигание считают законченным и приступают к отгону аммиака на специальном приборе, детали которого видны на рис. 23.

Вместо спирального холодильника может быть применена и стеклянная трубка длиной 70 см (обмотанная одним слоем тонкой проволоки и ватной бечевой) и диаметром 1,0 см, а с намоткой бечевы — 3—4 см. Такой холодильник перед употреблением погружают в воду, при этом обмотка поглощает 100—120 г воды, что достаточно для охлаждения на все время отгона азота.

При отгоне холодильник устанавливают наклонно, как это делают при перегонке любой жидкости. В этом случае каплеуловитель должен иметь изогнутый конец.

Для отгона аммиака содержимое из маленькой колбочки помещают в коническую колбу (1) емкостью 0,5 л, куда по стенкам приливают раствор 40% едкого натра (примерно 20 мл) до сильнощелочной реакции (количество NaOH для нейтрализации кислоты и создания резко щелочной реакции предварительно определяют на холостом опыте). Колбу соединяют с холодильником (3), а последний через предохранитель (4) — с

приемником (5). В приемник (коническую колбочку) на 100 мл приливают 15 мл 0,1 н H_2SO_4 и проводят отгон, следя за тем, чтобы конец форштосса холодильника находился в кислоте приемника.

Отгон длится примерно минут 30—40. Бурного кипения не допускают. Конец отгона определяют пробой с реактивом Несслера. Для этого после 30 минут отгона вместо приемника подставляют под форштосс пробирку и собирают в нее 1 мл жидкости. Каплю реактива Несслера помещают в пробирку. Если жидкость пожелтеет, отгон следует продолжать. Если желания нет — отгон прекращают. Количественное определение общего азота может быть выполнено или колориметрически (с помощью реактива Несслера), или титрованием 0,1 н щелочью.

Колориметрическое определение. Отогнанную жидкость помещают в колбочку на 200 мл, тщательно промывают приемник и доливают дистиллированной водой мерную колбу до метки; 10 мл раствора помещают в колбочку на 100 мл, разбавляют водой до 80 мл, прибавляют 4 мл реактива Несслера и доливают дистиллированной воды до отметки 100 мл. Закрыв колбочку и тщательно перемешав содержимое, сравнивают

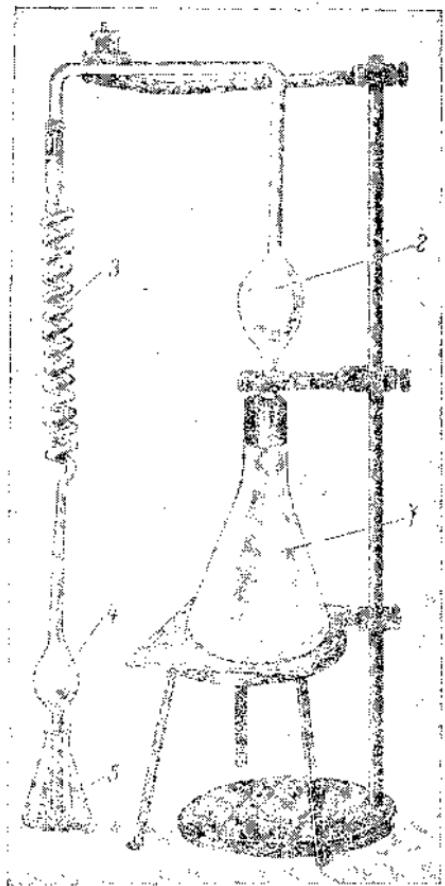


Рис. 23. Прибор для определения общего азота.

1 — колба, 2 — клапан Бунзена, 3 — позиционный спиральный холодильник, 4 — предохранитель от обратного засасывания, 5 — приемник.

получившуюся окраску с окраской шкалы из образцового раствора.

Образцовый раствор приготовляют следующим образом: 0,7405 г чистого и сухого NH_4Cl растворяют в 1 л дистиллированной воды. 10 мл приготовленного раствора разбавляют водой до 500 мл. Такой раствор будет содержать в 1 мл 0,005 мг NH_4 , или 0,0047 мг NH_3 , или 0,0039 мг чистого азота.

Из образцового раствора для колориметрирования составляют шкалу. В колбочки на 100 мл помещают образцовый раствор, согласно расчетам, указанным в следующей шкале.

Шкала для колориметрирования

Номера колбочек	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество образцового раствора (мл).	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Количество азота (мг).	0,0078	0,0156	0,0234	0,0312	0,0390	0,0468	0,0546	0,0624	0,0702	0,0780

Расчет. Допустим, что испытуемый раствор совпадает с 5-й колбой шкалы, в которой содержится 10 мл образцового раствора, т. е. 0,039 мг или 0,000039 г чистого азота. Для сжигания взята навеска почвы в 0,15 г, объем испытуемого раствора 200 мл, а определяемый раствор равен 10 мл (что составляет $\frac{1}{20}$ навески почвы, т. е. 0,0075 г).

$$\text{Тогда количество N} = \frac{0,000039 \cdot 100}{0,0075} = 0,52\%.$$

Определение азота титрованием. Когда отгон окончен, приемную колбочку (5) отнимают от холодильника, добавляют 3—5 капель метил-оранжа и оттитровывают раствором 0,1 п NaOH до появления желтой окраски.

Расчет. Пусть в приемнике было 15 мл 0,1 п H₂SO₄. На титрование пошло 10 мл NaOH. Отгонявшийся аммиак связал 5 мл 0,1 п H₂SO₄, 1 мл которой соответствует 0,0014 г азота.

Если при сжигании взята навеска, допустим, торфянистой почвы в 0,5 г, тогда количество азота в почве равно:

$$N = \frac{0,0014 \cdot 5 \cdot 100}{0,5} = 1,4\%.$$

Реактивы. 1. Серная кислота крепкая (уд. в. 1,84).

2. Раствор KMnO₄ — 0,5 п (15,8 г KMnO₄ растворяют в 1 л дистиллированной воды. Соль растворяется довольно медленно — следует часто мешать).

3. Реактив Несслера.

4. При определении азота титрованием можно применять и 0,1 п H_2SO_4 и 0,05 п H_2SO_4 , приготовленных из фиксонала. Для первого раствора содержимое ампулы растворяют в 1 л дистиллированной воды, а для второго — в 2 л. В последнем случае коэффициент пересчета на содержание азота должен быть уменьшен вдвое.

5. 40% раствор $NaOH$. В данном случае особой точности не требуется. Поэтому посуду, в которой будут готовить раствор щелочи, заранее протарируют, т. е. отмечают восковым карандашом литр, два, три и т. д. Затем заливают $\frac{1}{3}$ нужного объема водой и осторожно, помешивая, высыпают $NaOH$ из расчета 400 г щелочи на 1 л. Раствор сильно нагревается, поэтому посуду нужно брать термостойкую и готовить раствор осторожно, в защитных очках. Одновременно засыпать большое количество щелочи нельзя. После полного растворения щелочи и остывания раствора объем доводят водой до нужной метки.

6. Метил-оранж. (Навеску сухого вещества 0,1 г растворяют в 100 мл дистиллированной воды).

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ ПОЧВЫ ЗОНЫ СУХОЙ СТЕПИ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Зона сухой степи является областью каштановых и бурых почв. Она расположена южнее зоны черноземных степей и занимает обширную территорию, составляющую в общей сложности 1207 тыс. км², или 5,4% всей площади СССР, охватывая северную часть Крыма, побережье Черного и Азовского морей, восточную часть Северного Кавказа, Нижнее Поволжье, южную часть Башкирской республики, Северный Казахстан, Киргизскую и Узбекскую республики и с перерывами, отдельными островками, доходит до Восточной Сибири.

В азиатской части СССР зона каштановых почв занимает сплошную полосу от реки Урала до Алтая, простираясь с севера на юг до 700 км. Южная ее граница проходит примерно по широте северных берегов Каспийского и Аральского морей и озера Балхаш.

Значительная часть этой зоны здесь расположена на столовой и мелкосопочной возвышенности, отделяющей Западно-Сибирскую низменность от Туранской. Большие площади каштановых почв встречаются также по долинам южного Алтая, в Баргузинских и Селенгинских степях Бурятской АССР, откуда сплошной полосой они переходят за границу в пределы Монгольской Народной Республики.

Климат. Зона 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. Испарение в условиях сухой степи значительно преобладает над поступлением влаги в почву; во многих районах зоны испарение достигает 1000—1200 мм и превышает количество атмосферных осадков в 3—4 раза.

Зимы здесь малоснежны, с сильными частыми ветрами. Летом наблюдаются суховеи, сильно иссушающие почву. Сухость климата значительно возрастает в восточных и южных районах зоны.

В качестве почвообразующих пород для каштановых и бурых почв служат красно-бурые глины, лёссы, суглинки, супеси, пески.

Растительность. Растительный покров сухой степи по сравнению с черноземной зоной довольно беден. В подзоне каштановых почв, где влага выпадает несколько больше, она состоит главным образом из степных видов: тонконога, ковыля, мятыника и др., образующих в большинстве случаев сплошной травяной покров. Однако чем далее на юг, тем скучнее становится растительность, и в области бурых почв преобладающими видами являются такие «сухолюбы», как белая полынь, веничик, и др., которые, развиваясь в виде обособленных небольших кустов, не образуют сплошного дерна.

В связи с весьма ограниченным весенным запасом воды в почве растительность развивается слабо и быстро выгорает, что является одной из причин малого накопления перегноя в почвах сухой степи.

Рельеф. Преобладающим типом рельефа в области распространения каштановых и бурых почв является плоская или слабоволнистая равнина.

На этом однообразном равнинном фоне часто встречаются различного рода незначительные, едва заметные на глаз понижения и западины, которые создают большую пестроту микрорельефа.

Наличие неровностей обуславливает неравномерное распределение атмосферной влаги на поверхности, что приводит к развитию различных почвенных разновидностей. Этим объясняется такая своеобразная комплексность, которая является весьма характерной для почвенного покрова сухой степи: на незначительных площадях здесь можно встретить и каштановые, и бурые почвы, и солончаки, и солонцы. При этом каштановые почвы распространены в северной части зоны, непосредственно примыкающей к черноземам; бурые занимают южную ее часть.

КАШТАНОВЫЕ ПОЧВЫ

Эти почвы получили свое название благодаря темно-коричневой окраске, весьма напоминающей цвет зрелых плодов каштана. По содержанию перегноя (3—5%) они значительно беднее чернозема.

В зависимости от содержания органических веществ эти почвы подразделяются на светло-каштановые, каштановые и темно-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 размещаются южнее. Самую южную часть каштановой зоны занимают светло-каштановые почвы.

Перегнойный горизонт в каштановых почвах обычно ясно выделяется окраской и имеет мощность в среднем от 40 до 60 см (табл. III, 2).

Типичный профиль каштановой почвы имеет следующий вид.

Горизонт А — 0—21 см; перегнойный горизонт с каштановым оттенком, комковатой или комковато-пылеватой структуры.

Горизонт В₁ — 21—38 см; темно-коричневого цвета, более уплотнен, комковато-призматической структуры, с белоглазкой карбонатов, имеет вертикальную трещиноватость.

Горизонт В₂ — 38—56 см; светло-каштановый, уплотненный, глыбисто-призмовидный; бурно вскипает, с обилием карбонатов.

Горизонт ВС — 56—93 см; карбонатный иллювий — наиболее плотный горизонт профиля. Вверху ясно выявлен перегноем. Белоглазка равномерная, яркая, мягкая и резко контурная.

Горизонт С — глубина 93 см; буровато-палевый лёсс.

Вследствие слабого промывания в каштановых почвах оказываются выпесенными 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.

Поглощающий комплекс каштановых почв насыщен кальцием и магнием, но нередко содержит незначительное количество и натрия, обуславливающего солонцеватость почв (табл. 10).

Таблица 10

Состав обменных катионов в темно-каштановых почвах
 (по данным Л. И. Прасолова и И. Н. Антипова-Каратеева)

Глубина (см)	Обменные катионы в м.э.к. на 100 г сухой почвы					Состав в процентах 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

Наличие поглощенного натрия, а также калия сказывается на структурных свойствах почвы: в каштановых почвах отсутствует прочная зернистая и комковатая структура, столь характерная для черноземов. Здесь она представлена непрочной, легко распыляющейся комковатой, чешуйчатой и листоватой структурой, а часто и полной бесструктурностью верхнего горизонта. Вследствие распыленности каштановые почвы способны к запыванию и уплотнению; при вспашке они нередко дают глыбы.

Реакция почвенного раствора верхних горизонтов чаще всего слабощелочная, $\text{pH} = 7,2 - 7,5$.

В агропроизводственном отношении каштановые почвы являются потенциально богатыми и при соответствующей агротехнике могут давать высокие урожаи. Они содержат около 0,15—0,20% общего азота, до 0,20% валовой фосфорной кислоты и около 0,5—1,0% валового калия, т. е. такие запасы главнейших питательных веществ, которые вполне обеспечивают возможность получения достаточно высоких урожаев. Основной причиной, ограничивающей производительность каштановых почв, является недостаток влаги. Поэтому всемерная борьба за накопление и удерживание влаги в почве должна быть в центре всех агромероприятий, направленных на получение высоких урожаев в условиях сухой степи. Мероприятия по борьбе за влагу здесь приобретают еще более актуальное значение, чем в черноземной зоне.

Первостепенное значение в условиях сухой степи приобретает улучшение водного режима почв путем применения искусственного орошения.

БУРЫЕ ПОЧВЫ

От каштановых почв они отличаются меньшим содержанием перегноя и более светлой окраской. Общая мощность перегнойного горизонта у них колеблется чаще всего в пределах 30—45 см. Что же касается количества перегноя, то оно обычно не

превышает 2%, причем перегной убывает с глубиной столь же постепенно, как и в каштановых почвах.

В зависимости от содержания перегноя бурые почвы подразделяются на темно-бурые и светло-бурые. Светлобурые почвы, содержащие малое количество перегноя, являются переходными к сероземам. Они отличаются более светлой окраской горизонта А, меньшей мощностью этого горизонта, вскипанием с поверхности и наличием ясно выраженного горизонта скопления гипса, который залегает в среднем на глубине 50—60 см.

Типичный профиль бурой почвы выглядит так.

А — перегнойный горизонт, палево-серой окраски с бурым или каштановым оттенком, листовато-пылеватой структуры, рыхлого, нежного, пористого сложения, мощностью до 12—15 см.

В₁ — подгоризонт несколько более яркой каштаново-бурой окраски, призмовидной, отчасти комковатой структуры, слегка уплотненного трещиноватого сложения, мощностью около 14 см.

В₂ — подгоризонт более светлой палевой окраски с буроватыми потеками и языками, комковато-ореховатой структуры, более рыхлого сложения, с многочисленными ходами червей, мощностью около 20 см.

В₃ — иллювиальный подгоризонт, палевой окраски с белыми пятнами и прожилками углекислой извести, слегка призмовидный, пористый и слабо трещиноватый, мощностью около 30 см.

С — лёссовидная порода, заключающая иногда растворимые соли.

Вскипание карбонатов в бурых почвах обнаруживается в средней части перегнойного 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—8,5. Поглощающий комплекс наряду с поглощенными Ca и Mg содержит обычно незначительное количество и поглощенного Na.

В сельскохозяйственном отношении описываемые почвы стоят несколько ниже каштановых. Интенсивному использованию бурых почв препятствуют прежде всего неблагоприятные климатические условия, недостаток влаги. Поэтому для получения в этих условиях устойчивых урожаев требуются в первую очередь мероприятия, направленные на накопление и сохранение влаги в почве, а именно: полезащитные лесные полосы, снегозадержание, искусственное орошение.

Особенно велико значение искусственного орошения в подзоне бурых почв, где дефицит влаги в почвах оказывается в наибольшей степени. Большое внимание в этих условиях должно уделяться борьбе с ветровой эрозией. Эта задача наиболее эффективно решается здесь введением правильных севооборотов, полосным размещением культур, особенно на землях, неод-

нократно подвергавшихся эрозии, и широким развитием системы полезащитных лесных полос.

Создание благоприятного водного режима в почвах должно сочетаться с правильной системой применения удобрений.

Из органических удобрений первостепенное значение имеет хорошо приготовленный навоз, из минеральных — наибольший эффект дают азотистые и фосфорно-кислые удобрения.

В заключение следует отметить, что зона каштановых и бурых почв — это зона большой перспективы и широких возможностей в деле дальнейшего развития земледелия и животноводства в нашей стране.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ

ПОЧВЫ СЕРОЗЕМНОЙ ЗОНЫ, ИЛИ ПУСТЫННЫХ СТЕПЕЙ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Сероземная зона, или зона пустынных степей, расположена южнее района распространения каштановых и бурых почв и занимает обширную низменность и предгорья в пределах республик: Узбекской, Туркменской, Таджикской, Киргизской, южной части Казахской и незначительную площадь на Куро-Араксинской низменности в Азербайджанской ССР.

Общая площадь сероземной зоны, включая и обширные массивы песчаных пустынь, составляет около 2200 тыс. км^2 , или около 10% территории СССР.

Климат. Эта зона имеет резко континентальный, крайне засушливый климат, с сухим жарким летом и обилием солнечного света.

Средняя годовая температура $13-17^\circ$, при этом максимальная температура воздуха летом превышает 40° , а в районе Термеза достигает 50° . Вместе с тем зимы в этой зоне сравнительно холодные и температура воздуха иногда падает до -30° и ниже.

Годовое количество выпадающих осадков составляет 100—150 мм , испарение же со свободной водной поверхности достигает 1700 мм в год, причем более $2/3$ этого количества приходится на теплый период года — с апреля по сентябрь. Снеговой покров весьма незначителен, 2—5 см , продолжительность его обычно 20—45 дней. Относительная влажность воздуха очень мала и в летние месяцы составляет в среднем 30—40%.

Растительность. Вследствие недостатка влаги растительность развита скучно и представлена в данных условиях такими сухолюбами, как верблюжья колючка, белая полынь, солянка, прутняк, пустынная осока, и другими видами, которые развиваются отдельными куртинами (рис. 24).

На закрепленных песках здесь встречаются кустарниковые астрагалы, песчаная акация, джузгун, белый саксаул, а также различные эфемеры, отличающиеся коротким вегетационным периодом. Что же касается каменистых пустынь, например плато Усть-Урт, то они почти лишены растительности.

Преобладающей формой рельефа всюду является обычно низменная и бессточная равнина, изобилующая незначительными понижениями и повышениями. Широко развиты сероземы



Рис. 24. Пустынная степь у Аральского моря.

в области предгорий, отличающихся значительной всхолмленностью.

Почвообразующие породы. Сероземы образовались главным образом на лёссах, толщи которых в Средней Азии достигают 10—30 м.

Крупные массивы песчаных пустынь — Каракум, Кызылкум, Муюнкум, Сары-Ишикотрау и др.— выстланы древнеаллювиальными песками; на территории к северу от Каспийского и Аральского морей залегают лёссовидные суглинки, а также пески и супеси озерно-речного происхождения.

В предгорьях и подгорных равнинах значительные площади занимают пролювиальные лёссово-галечниковые отложения, достигающие местами большой мощности.

Нередко почвообразующие породы пустынных степей отличаются заметной соленосностью.

ПОЧВЫ ЗОНЫ ПУСТЫННЫХ СТЕПЕЙ

Почвенный покров зоны пустынных степей представлен сероземами, такырами, солончаками и солонцами. Однако преобладают в этой зоне сероземы.

Развитие почвообразовательного процесса в сероземах тесно связано с весьма активной жизнедеятельностью микрофлоры, которая здесь проявляется очень бурно, особенно в теплый и влажный весенний период.

Благодаря высокой биогенности почвообразовательного процесса в кратковременные периоды достаточного увлажнения растительные остатки быстро минерализуются. Поэтому в сероземных почвах, как правило, образуется мало гумуса (1—3%). При этом перегной сосредоточен в основном лишь в самых верхних слоях почвы, по мере же углубления органическое вещество резко убывает, снижаясь до десятых долей процента.

В связи с малым содержанием перегноя эти почвы имеют серую или светло-серую окраску, благодаря которой они и получили свое название.

В зависимости от количества органического вещества сероземы подразделяются на светлые, обыкновенные и темные. Содержание перегноя в светлых сероземах колеблется в пределах 1—1,5%, в обыкновенных — 1,5—2,5 и в темных — 2,5—4%. Самыми богатыми из них являются темные сероземы, распространенные преимущественно в высоких предгорьях, где выпадает больше осадков и лето менее жаркое; светлые сероземы приурочены к наиболее жаркой части зоны и занимают области высоких террас и подгорных равнин; обыкновенные сероземы чаще всего встречаются в области холмистых предгорий.

Процессы выщелачивания зольных веществ из верхних горизонтов в сероземах выражены весьма слабо (табл. 11).

Значительное передвижение из верхних горизонтов вниз наблюдается в сероземах лишь в отношении CaO ; что же касается других соединений, то они совсем почти не затронуты этим процессом.

Благодаря значительному содержанию карбонатов кальция сероземные почвы отличаются щелочной реакцией и обнаруживают вскипание от действия соляной кислоты с самой поверхности; pH обычно колеблется в пределах 7,5—8,5.

Таблица 11
Валовой состав (в процентах) серозема
(по данным С. А. Захарова)

Глубина (см)	Перегной	Основные элементы							
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	CO_2
0—7	1,61	59,84	11,18	5,19	7,24	3,09	0,201	0,533	5,10
8—15	1,08	59,66	11,33	5,35	7,66	2,82	0,230	0,160	5,52
90—100	0,23	62,86	10,25	4,89	13,06	3,01	0,104	0,223	10,31
137—145	0,21	53,76	10,18	5,30	12,11	2,32	0,130	0,059	9,34

Поглощающий комплекс сероземных почв насыщен главным образом Ca и Mg. Что же касается обмённых катионов Na, то количество их в сероземах обычно невелико (табл. 12).

Таблица 12

**Сумма поглощенных катионов в темном сероземе
Туркменской ССР (м·экв на 100 г почвы) и их состав
(по данным А. Н. Розанова)**

Глубина (см)	Сумма катионов	В процентах от суммы			
		Ca	Mg	K	Na
0—10	10,92	74,3	16,6	7,2	1,9
12—22	11,90	86,4	5,6	5,5	2,5
30—40	10,38	83,5	8,7	5,2	2,6
55—65	10,24	71,9	18,5	6,2	3,7

В связи с крайней бедностью перегноем сероземы отличаются слабой, легко распыляющейся структурой. Вместе с тем большинству сероземных почв присуща хорошо выраженная и устойчивая микроагрегатность.

Что же касается морфологических свойств сероземов, то существенной их особенностью является весьма малая дифференциация почвенной толщи на горизонты, благодаря чему часто даже не представляется возможным отделить перегнойный горизонт от нижележащих генетических горизонтов (табл. VI, 1).

Профиль типичной сероземной почвы имеет следующий вид.

0—10 см — серого цвета, слоеватой структуры, рыхлого сложения.

10—30 см — очень незаметно отграничено от предыдущего горизонта; более бурой окраски; густо пронизан ходами червей и насекомых; рыхлый.

30—80 см — иллювиальный карбонатный горизонт, серой окраски, изобилует в нижней части прожилками карбонатов, комковатой структуры.

80—90 см — материнская порода, лёсс, однородного бурого цвета; в верхней части нередко содержит прожилки гипса.

В сельскохозяйственном отношении сероземы отличаются большой производительностью. Они заключают в себе значительный запас питательных веществ и при достаточном и рациональном орошении дают высокие урожаи.

Так, содержание общего азота в верхнем горизонте сероземов колеблется обычно от 0,08 до 0,22%; количество валовой фосфорной кислоты выражается 0,15—0,20%; валовое содержание калия достигает 1,5—3%, но только незначительная часть его находится в доступной для растений форме.

Особенно богаты сероземы кальцием, магнием, серой и содержат в значительном количестве необходимые для культурных растений микроэлементы: бор, марганец, медь, титан, кобальт, никель, барий и др.

Недостатком сероземов является крайне малое содержание в них перегноя, а в связи с этим обедненность азотом и непрочность структуры. Поэтому обогащение сероземов азотистыми удобрениями в виде органического вещества или минеральных туков является одним из существенных мероприятий, направленных на получение высоких урожаев. Сильное действие на данных почвах оказывает также и фосфор в комбинации с азотом и калием.

Интенсивное и рациональное использование сероземов может быть только при искусственном орошении. Поэтому правильная организация полива посевых площадей в сероземной зоне является первоочередным и решающим условием в борьбе за высокие и устойчивые урожаи.

К сказанному необходимо добавить, что в зоне распространения сероземов местами встречаются своеобразные почвенные образования под названием такыры, что на языке народов Средней Азии означает гладкую и твердую плоскость.

Развитие такыров приурочено обычно к микрорельефным или мезорельефным понижениям, которые весной и поздней осенью служат местом стока дождевых и талых вод. Во многих же случаях такыры лишь временами увлажняются до вязкого состояния, пребывая большую часть года в состоянии крайней сухости.

Такырные почвы отличаются специфическими особенностями строения почвенного профиля. Они покрыты сверху весьма прочной коркой мощностью около 3—5 см, разбитой неглубокими трещинами на ряд паркетообразных многоугольников 10—15 см в попечнике (рис. 25). В нижней ее части наблюдаются более грубое сложение и коричневатая окраска. Под коркой обычно выделяется крупнослоеватый плитчатый сюй, но окраске близкий к нижней части корки. Мощность этого слоя невелика и чаще всего не превышает 5—8 см.

Ниже плитчатого слоя залегает слабо измененная почвообразовательным процессом материнская порода различного механического состава, обычно засоленная. Водные вытяжки такыров показывают сравнительно небольшое засоление в корке и в подкорковом слое и явную солончаковатость с глубины 10—15 см.

Из солей чаще всего содержатся хлориды Ca и Na. Среди обменных катионов содержится заметное количество поглощенного натрия. Присутствие его сообщает такырам ряд неблагоприятных свойств: высокую дисперсность, бесструктурность, слабую фильтрационную способность и сильную плотность при

высыхании, исключающую возможность нормального развития корневых систем растений.

Такыры и такырообразные почвы представляют собой 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, в сухих

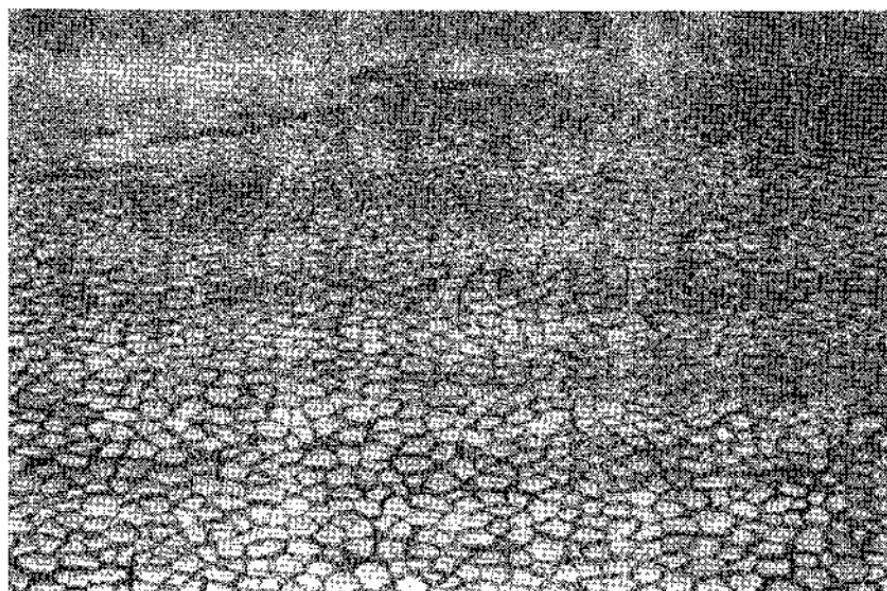


Рис. 25. Поверхность такыра.

дельтах Аму-Дарьи, Сыр-Дарьи. Довольно часто встречаются такыры в прикаспийской полосе, где процессы такырообразования происходят на соленосных современных и древнекаспийских отложениях. Ничтожными пятнами вкраплены они среди песков в Каракумах, главным образом по депрессиям рельефа между песчаными вхолмлениями. Эти почвы, так же как и солонцы, при освоении и вовлечении в культуру требуют специальной мелиорации.

В комплексе мелиоративных мероприятий по улучшению такыров важнейшую роль должны играть глубокая вспашка, пескование, виссение навоза, минеральных удобрений и сидерация.

Мелиорацию такыров и такырообразных почв надо начинать с глубокой плантажной вспашки, промывок в случае засоленности

почв, посева с осени озимых форм растений — пшеницы, ячменя, вики и др.

Самым лучшим фоном при освоении такыров является плавтажная вспашка с последующей промывкой почвы от избытка солей.

Глубокая вспашка способствует лучшему проникновению воды в почву и лучшей промывке ее от солей. Вывернутый на поверхность при вспашке гипсовый слой, имеющийся в такырах, усиливает обменную реакцию между кальцием и поглощенным натрием почвы и тем самым ускоряет вытеснение избытка поглощенного натрия (кальцием). Под влиянием агротехнических воздействий в такырах улучшаются физические свойства и водно-воздушный режим, повышается содержание органического вещества и азота и создаются благоприятные почвенные условия для возделывания главнейшей в этой зоне культуры — хлопчатника.

Все эти агромероприятия должны проводиться на фоне высокой агротехники и правильного ведения поливов.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Описание каштановых, бурых и сероземных почв

1. На почвенной карте СССР изучают границы зоны каштановых, бурых почв и сероземов, условные обозначения основных почвенных типов и подтипов. Пространственное размещение типов и подтипов.

2. На почвенных монолитах изучают строение профиля, морфологические признаки, делают зарисовки и дают определение наиболее типичных почв.

3. На крупномасштабных почвенных картах хозяйств изучают условные обозначения почв, размещение этих почв на территории хозяйства и их агрохимические показатели.

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ

СОЛОНЧАКИ, СОЛОНЦЫ, СОЛОДИ

В условиях пустынных степей, каштановых почв, черноземов, а также серых лесостепных почв значительное распространение имеют солончаки, солонцы и солоди.

Общая площадь, занимаемая этими почвами, очень велика и 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 и отчасти в сероземной зоне.

Солоди наиболее распространены в лесостепной зоне, затем в зоне каштановых почв и частично в подзоне бурых почв.

СОЛОНЧАКИ

Образование и свойства солончаков. Солончаками, или засоленными почвами, называются такие почвы, которые содержат различные легкорастворимые соли в количестве, явно вредящем нормальному развитию культурных растений.

Практически к солончакам относятся почвы с содержанием растворимых солей более 2% в верхних горизонтах почвы. Максимальное содержание солей в солончаках приходится на самые верхние горизонты почвы, по мере углубления количество солей резко уменьшается (табл. 13).

Таблица 13

Состав водной вытяжки из солончака (Голодной степи) в процентах от сухой почвы
(по данным Н. А. Димо)

Глубина (см)	Сухой остаток	Прокаленный остаток	Элементы			
			CaO	MgO	Cl	SO ₄
0—3	14,244	13,536	0,316	0,339	2,171	5,685
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	1,093
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	0,056	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

Развитие солончаков приурочено преимущественно к низинам, приозерным террасам, днищам сухих озер, приморским низменностям, понижениям рельефа в оазисах и т. д. Наиболее крупные их массивы расположены в Прикаспийской низменности.

Образование солончаков в условиях сухой степи может происходить самыми различными способами. Прежде всего причиной высокого содержания легкорастворимых солей в почве может являться почвообразующая порода, богатая солями. 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 по-

бережий и переносящих ее на огромные расстояния в глубь материка. Накопление растворимых солей в почве по низинам и речным долинам может происходить также вследствие вымываения и переноса атмосферными осадками солей с повышенных участков.

Накопление в почвах избыточного количества солей в условиях сухой степи может в незначительной степени происходить и под влиянием различных галофитов, т. е. специфической растительности, отличающейся большим потреблением солей из

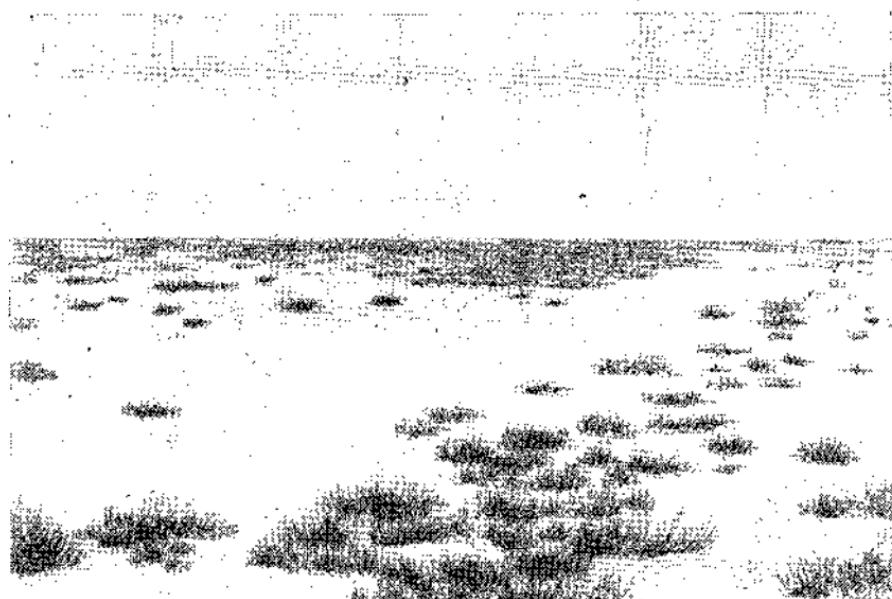


Рис. 26. Солянки на солончаке (Узбекская ССР).

почвы. После отмирания и минерализации этой растительности образуются легкорастворимые соли, которые, скапливаясь из года в год в почве, вызывают постепенное засоление местности.

Однако наиболее широкое образование солончаков в области сухой степи происходит главным образом в результате капиллярного поднятия засоленных грунтовых вод и сильного их испарения. Это ведет к обогащению солями поверхностных горизонтов почвы, и незасоленные участки постепенно превращаются в солончаки (рис. 26).

Глубина, с которой грунтовые воды могут засолять 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

засоляющие 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 засоляющей поверхности грунтовой воды составляет 2,0—3,0 м. Но засоление почвы может происходить и иным путем — при неправильном искусственном орошении полей. Такого рода почвы, засоленные в результате орошения, называются вторично засоленными, или искусственными, солончаками.

Вторичное засоление возникает главным образом при бессистемном и чрезмерном поливе орошаемых полей, вследствие чего в избытке напускаемая на поля вода может поднять общий уровень грунтовых вод и вызвать капиллярное поднятие их к поверхности почв.

Борьба с причинами, вызывающими вторичное засоление, в практике орошаемого земледелия приобретает важное значение. Засоление почвы легче предупредить, чем бороться с уже вышедшими из сельскохозяйственного оборота солончаками.

Для предупреждения подъема грунтовых вод и вторичного засоления почв на орошаемых землях необходимо проводить всю совокупность агрономических и агролесомелиоративных 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; правильная и своевременная обработка почвы; промывка почвы от солей в осенне-зимний период и устройство дренажной сети для отвода излишков грунтовых вод и понижения их уровня (рис. 27).

Все профилактические (т. е. предупредительные) меры против засоления почв преследуют одну цель: не допустить подъем их уровня выше критического — 2—3 м.

Опыт наших старых районов орошения показывает, что при правильном режиме полива и осуществлении всех звеньев агротехники и агролесомелиорации полностью исключается возможность вторичного засоления почв.

Химический состав солей в солончаках. Состав воднорастровых солей в засоленных почвах может быть весьма разнообразным. Чаще всего в почвах встречаются: 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 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Многие из этих солей не являются необходимыми для произрастания растений; некоторые же из них, даже в весьма малых концентрациях, оказываются губительными.

Вредное влияние хлористых и сернокислых солей на урожай начинается уже при концентрации 0,1% от веса сухой почвы; при содержании же их около 0,3—0,5% культурная растительность обычно не развивается. Самой вредной солью является нормальная, или средняя, сода (Na_2CO_3) и затем сода двууглекислая (NaHCO_3).

Опытами установлено, что максимально допустимым пределом содержания соды в почве является всего лишь 0,005%. При более же высоком содержании соды в почве растения погибают.

Скопление воднорастворимых солей в почвах в зависимости от природных условий сильно варьирует, но нередко оно дохо-



Рис. 27. Промывка от засоления почвы под хлопчатник в колхозе «Заричи» Туркменской ССР.

дит в верхних горизонтах до 3—5%, а иногда до 30 и даже 50% от общего веса сухой почвы.

По степени засоленности почвы разделяются на незасоленные (с содержанием солей менее 0,3% к весу абсолютно сухой почвы), слабо засоленные (с содержанием солей 0,3—0,5%), средне засоленные (с содержанием солей 0,5—1%), сильно засоленные (с содержанием солей 1—2%) и солончаки (содержание солей более 2%).

Классификация солончаков. Солончаки принято подразделять на группы по характеру анионов и катионов преобладающих в них солей.

По анионам 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 , и, наконец, карбонатные, когда преобладают карбонаты, в том числе и сода.

Помимо анионов, в основу классификации солончаков берутся еще катионы.

По этому признаку различают натровые, магнезиальные и кальциевые солончаки. В первых преобладают катионы Na , во вторых — Mg и в третьих — Ca .

Процесс накопления 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. Этот процесс может иметь место также при искусственном орошении, при устройстве дренажа.

Наиболее надежным способом рассоления солончака является промывка почвы. Перед промывкой поле тщательным образом планируют. После планировки его глубоко пашут, хорошо боронуют и затем тщательно выравнивают волокушей или легким катком. Это обеспечивает равномерное затопление поля и относительно замедленную и равномерную фильтрацию промывной воды через толщу почвы, что значительно повышает эффективность выщелачивания солей.

Перед промывкой поле разбивают на чеки таким образом, чтобы слой воды при затоплении был по возможности одинаковым по всей площади. Промывная норма подается на поле не сразу, а отдельными порциями с интервалами в 2—5 дней. Промывки наиболее целесообразно проводить в осенне-зимний период. Необходимо при этом создать свободный сток промывной воды в дренаж.

СОЛОНЦЫ

Образование и свойства солонцов. Солонцы представляют собой почвы, содержащие в поглощающем комплексе значительное количество натрия, превышающее 20% емкости поглощения.

Солонцы и сильно солонцеватые почвы широко распространены в СССР, и общая их площадь составляет 47,5 млн. га.

Кроме того, в комплексе с солонцами и сильно солонцеватыми почвами значительно распространены слабо солонцеватые и средние солонцеватые зональные почвы, площадь которых достигает 67,4 млн. га.

В вопросе о генезисе солонцов еще много неясного и спорного, но одно лишь несомненно, что характерные признаки и свойства этих своеобразных почвенных образований обусловлены наличием в них значительного количества обменного натрия.

Основным источником поглощенных катионов натрия в солонцовых почвах являются его соли, которые в растворенном виде поднимаются из глубоких слоев по капиллярам с восходящим током влаги. Возможен и биологический путь накопления солей натрия в солонцах в результате жизнедеятельности галофитной растительности.

Солонцы могут возникать и в результате рассоления солончаков, в составе солей которых преобладают хлориды и сульфаты натрия. Являясь продуктом рассоления натриевых солончаков, солонцы и солонцеватые почвы при засолении могут обратно переходить в солончаки.

В составе обменных катионов в солонце (табл. 14) значительное место занимает поглощенный натрий.

Таблица 14
Состав поглощенных катионов в солонце

Глубина (см)	Обменные катионы (в м.экв)				Состав (процент от суммы)		
	Ca	Mg	Na	Сумма	Ca	Mg	Na
0—10	8,4	0,9	3,6	12,9	65,1	7,1	27,8
20—30	9,9	2,6	7,2	19,7	50,0	13,0	36,1
50—60	12,7	2,0	5,3	20,0	63,1	10,0	26,3

Присутствие в почве поглощенного натрия сообщает коллоидальной части солонцов большую подвижность и неустойчивость против размывающего действия воды.

В связи с этим солонцовые почвы приобретают ряд весьма отрицательных физических свойств. Верхний горизонт солонцов, будучи совершенно бесструктурным, при увлажнении заплывает, а при высыхании дает резко выраженную корку (рис. 28). Залегающий же на незначительной глубине от поверхности иллювиальный горизонт, отличаясь огромной вязкостью в сыром состоянии, при высыхании превращается в чрезвычайно твердую массу. В процессе высыхания иллювиальный горизонт обычно растрескивается и образует весьма характерную для солонцов столбчатую или глыбистую структуру (табл. III, 1).

В профиле солонцовых почв имеется четыре ясно выраженных горизонта: элювиальный, или надсолонцовый (A), иллювиальный, или солонцовый (B_1), подсолонцовый, или солевой (B_2) и почвообразующая порода (C).

Элювиальный, надсолонцовый горизонт A, в результате потери им части гумусовых веществ и пылевых суспензий имеет светло-серую окраску, отличается рыхлостью и бесструктурностью; мощность его в различных солонцах сильно варьирует, начиная от 2—3 см до 20—25 см. Иногда этот горизонт несколько сцеплен и образует тонкую непрочную корочку пористого или ноздреватого сложения. Нижние части элювиального горизонта часто окрашены, в сравнении со всем поверхностным слоем, в более светлые тона. Поэтому горизонт A солонцов обычно подразделяют на два подгоризонта: A_1 — более темный и A_2 — значительно светлее, очень часто серовато-белесого цвета, пластинчатый или листоватый, сильно пористый,

Солонцовский, или иллювиальный, горизонт В₁ резко ограничен от элювиального; он содержит больше поглощенного натрия, значительно обогащен полугорными окислами, особенно Al₂O₃, частицами ила и обычно окрашен темнее и нередко отличается коричневыми оттенками. Наиболее яркой особенностью этого горизонта является сильная уплотненность в результате скопления в нем вынесенных из верхних частей почвенного профиля полуторных окислов, илистых суспензий и части гумусовых веществ. Иллювиальный горизонт в сухом состоянии расчленен трещинами и распадается на хорошо обособленные отдельно-

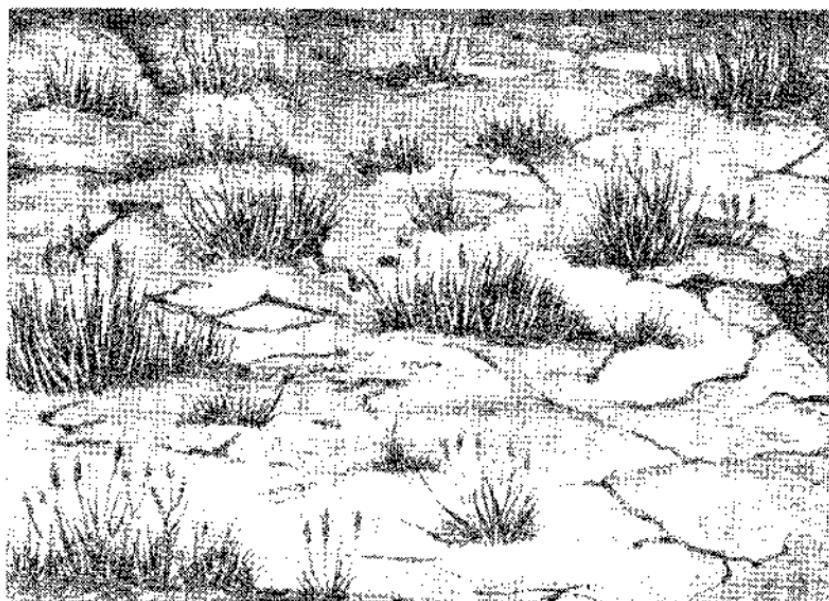


Рис. 28. Поверхность солонца.

сти — столбы или призмы, в связи с чем этот горизонт называют столбчатым или призматическим. Столбчатые отдельности имеют поперечник 5—10 см, высоту 10—20 см, с несколько округлыми верхушками, с хорошо выраженным глянцевитыми гранями по структурным отдельностям. Иногда на поверхности структурных отдельностей имеется серая присыпка кремнезема (SiO₂). Мощность горизонта В₁ неодинакова в различных солонцах и часто достигает 20—30 см, а иногда и более.

Под солонцовским горизонтом залегает солевой, или подсолонцовский, горизонт В₂, проникающий до глубины 30—40 см и содержащий в заметном количестве выцветы карбонатов кальция в виде белоглазки, легкорастворимые соли, а также гипс в виде пятен и кристаллов. В зависимости от стадии рассоления

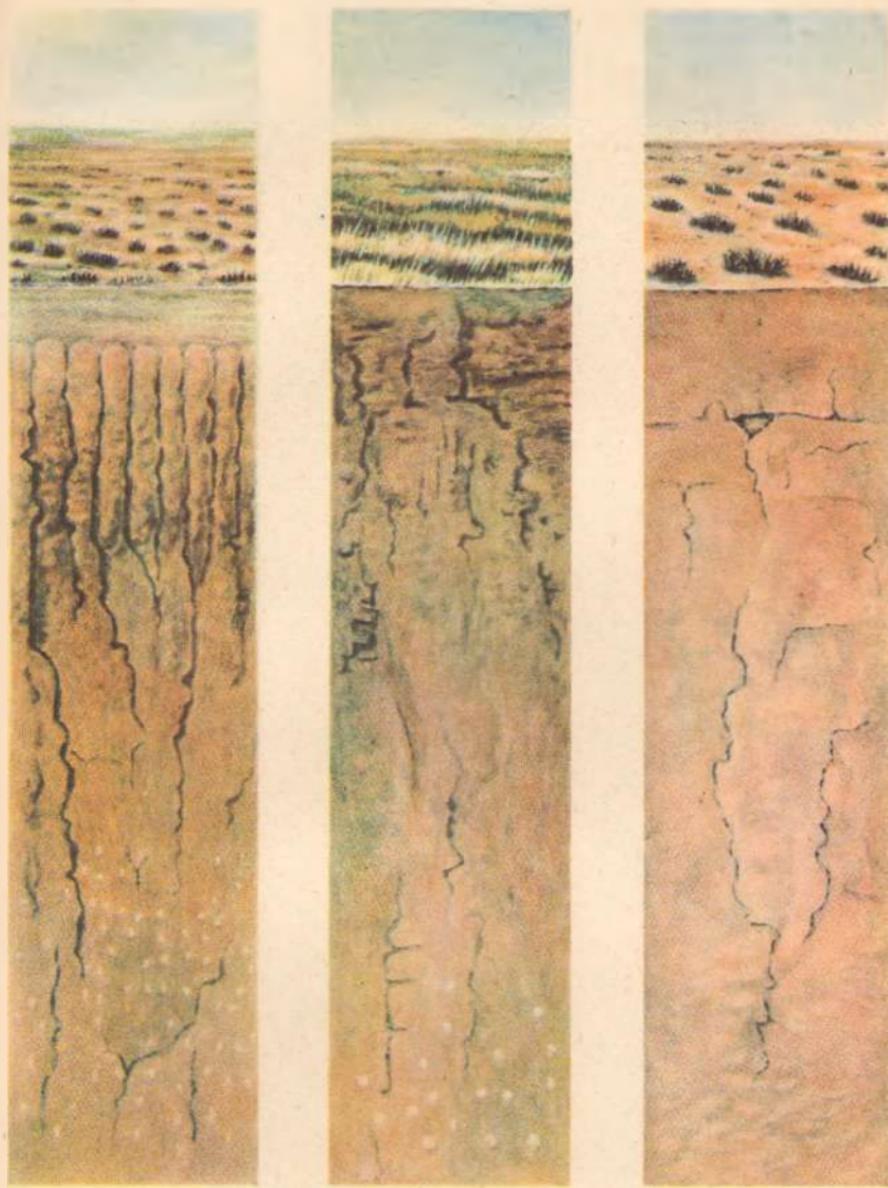


Таблица III. 1 — солонец, 2 — каштановая почва, 3 — бурая почва.



Таблица IV. 1 — серозем, 2 — солончак, 3 — краснозем.

солонца соленосность этого горизонта изменчива. На ранних стадиях рассоления здесь в значительном количестве обнаруживаются хлориды и сульфаты натрия; на более поздних стадиях эти легкорастворимые 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 В₁. Во вторично засоленных солонцах такие выделения, особенно сульфатов, могут встречаться и в горизонте В₁. Ниже залегает почвообразующая порода (С) различного механического состава.

Водные вытяжки из солонцов характеризуются высокой щелочностью, присутствием значительного количества натрия, а также перегноя. При этом наибольшая щелочность обнаруживается обычно в иллювиальном горизонте.

В зависимости от тех или иных природных условий содержание поглощенного натрия в солонцах может быть различным. При этом для развития солонцовых свойств совершенно не обязательно полное замещение натрием всех остальных обменных катионов.

Как установлено многими исследованиями, солонцеватость почв проявляется уже при содержании поглощенного натрия в количестве 5—10% от суммы обменных оснований. Типичный же солонец содержит обменного натрия 15—20% от суммы обменных оснований.

По степени солонцеватости почвы условно можно разделить на следующие группы в зависимости от содержания обменного натрия (в процентах от суммы поглощенных оснований в уплотненном солонцовом горизонте).

Несолонцеватые почвы	меньше 5
Слабо солонцеватые почвы	5—10
Солонцеватые	10—20
Солонцы	больше 20

Чем выше содержание поглощенного натрия в почве, тем резче выражены в ней отрицательные свойства.

Классификация солонцовых почв. Солонцы в природе отличаются большим многообразием как по своему профилю, так и по характеру засоления. В зависимости от мощности надсолонцового горизонта А и глубины залегания горизонта В различают следующие группы солонцов: 1) корковые, или корково-столбчатые, с верхним горизонтом меньше 5 см, 2) среднестолбчатые, или средние, с мощностью горизонта А от 5 до 15 см и 3) глубокостолбчатые — с более мощным верхним горизонтом, превышающим 15 см.

По характеру засоления солонцы подразделяются на: 1) содовые и 2) 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 широко развиты в области каштановых почв и южных черноземов.

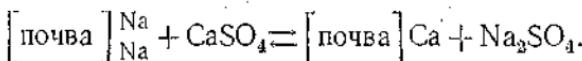
В связи с этим содовые солонцы получили название луговых, а хлоридно-сульфатные — степных солонцов.

Существенной особенностью степных солонцов является то, что у них близко к поверхности находится гипсоносный горизонт.

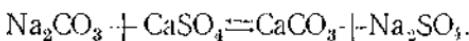
Если солонцы содержат большое количество легко растворимых солей, то они называются солончаковыми. Солончаковые солонцы часто встречаются главным образом в черноземной зоне и в подзоне темно-каштановых почв.

Важнейшие мероприятия по улучшению солонцовых почв. Обладая высокой щелочностью и весьма плохими физическими свойствами, солонцы являются неблагоприятной средой для развития растений. Использование солонцов в сельскохозяйственном производстве требует предварительного их улучшения.

Коренное улучшение солонцов в практике осуществляется путем применения комплекса агротехнических мероприятий при обязательном внесении в почву гипса. Взаимодействие гипса с почвой, насыщенной Na, можно схематически представить в следующем виде.



Если в почве содержится сода, то происходит такая реакция:



Образующаяся в результате гипсования почв глауберова соль ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) при последующем промывании атмосферными осадками или водами орошения будет удалена, и почва, таким образом, освобождается от натрия, являющегося основной причиной неблагоприятных свойств солонцов.

Однако искусственное внесение гипса в солонцовую почву не является обязательным для степных солонцов, в профиле которых близко к поверхности находится гипсоносный горизонт, досягаемый не только для специальных (плантажных), но подчас и для обычных плугов с почвоуглубителями.

Для улучшения таких солонцов необходима глубокая вспашка, в результате которой гипсоносный слой вовлекается в пахотный, и процесс гипсования, таким образом, осуществляется за счет запасов гипса, имеющегося в почве. Такого рода улучшение степных солонцов получило название самомелиорации.

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.

В последнее время опытами Б. И. Лактионова установлена высокая эффективность на корковых солонцах капитановой зоны железного купороса, получаемого в качестве отхода промышленного производства. Благодаря хорошей растворимости сернокислое железо быстро взаимодействует с почвой и улучшает агрофизические свойства солонцов в первый же год. Улучшение физико-химических свойств солонца способствует лучшему развитию растений.

Существенное значение при улучшении солонцов имеет землевание, заключающееся в том, что на солонцовые участки при помощи тракторных скреперов и бульдозеров насыпается земля с соседних несолонцеватых участков. Опыт показывает, что при сельскохозяйственном освоении солонцовых пятен достаточно нанести на них 15—20-сантиметровый слой несолонцовой почвы, чтобы добиться значительного улучшения мелиорируемого участка. Землевание солонца предусматривает предварительную глубокую его обработку и механическое разрыхление верхнего уплотненного горизонта.

Наряду с этим большое производственное значение при улучшении солонцовых почв имеет внесение органических удобрений.

При этом наибольшая эффективность указанных мероприятий достигается при условии комплексного их применения.

СОЛОДИ

При промывании и выщелачивании солонцы переходят в солоди.

Развитие солодей приурочено обычно к микрорельефным западинам, где имеются благоприятные условия для повышенного увлажнения и промывания почв вследствие стекания сюда снеговой и дождевой воды.

Процесс превращения солонцов в солодя называется осоложением солонцов. Сущность процесса осоложения заключается в выносе вниз органической части поглощающего комплекса и усиленном распаде алюмосиликатной части на более простые соединения, в том числе на конечные продукты распада, именно на кремнекислоту и гидроокись железа и алюминия.

Полуторные окислы вслед за этим подвергаются выносу из осоложевающих горизонтов в более глубоко залегающие, а кремнекислота в аморфной форме начинает накапливаться в них. При этом верхние горизонты, обогащаясь кремнеземом, становятся все более и более белесыми, и солонцовая почва постепенно приобретает внешний вид, весьма схожий с дерново-подзолистыми почвами. При осоложении солонцов происходит резкое

уменьшение количества катионов, способных к обмену, и в первую очередь натрия. Вместе с тем, осолождение сопровождается значительным изменением профиля солонца и в результате длительного развития этого процесса заканчивается полным исчезновением конфигурации столбовидного строения иллювиального горизонта почвы.

В поглощном состоянии, помимо катионов Ca , Mg , Na , осолождающие солонцы содержат и катионы H .

Исследованиями водных и солевых суспензий установлено, что в верхнем горизонте солодей pH меньше 7, а иногда сни-

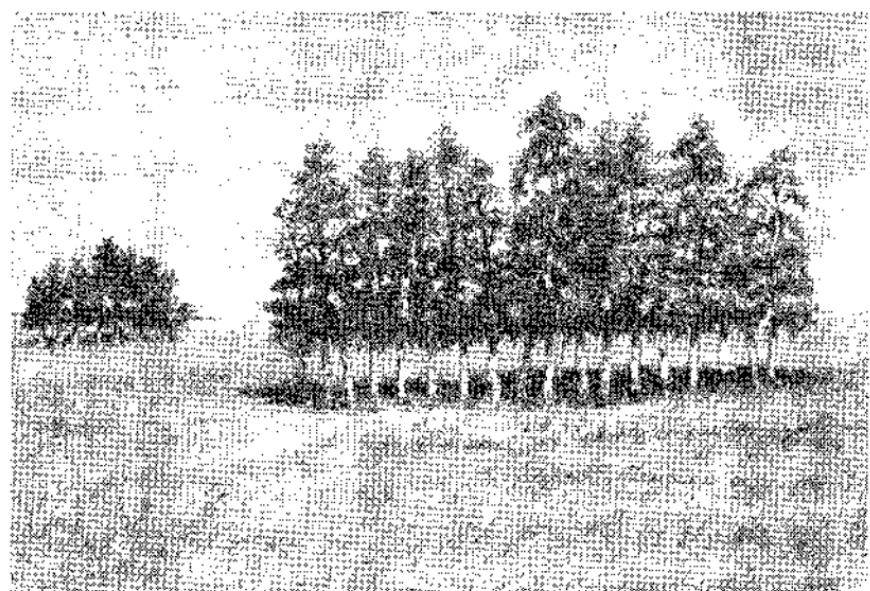


Рис. 29. Березовые колки Западной Сибири.

жается до 5. При этом кислая реакция сменяется на щелочную лишь вблизи карбонатного горизонта.

Солоди распространены в черноземной и в особенности в лесостепной зоне, где они приурочены обычно к степным блюдцам, покрытым древесной растительностью — осиной и ивой, затем осоками и другими влаголюбивыми растениями, а в Западной Сибири также березой. Древесно-кустарниковая растительность на солодах имеет вид небольших, изолированных групп, разбросанных по степи и получивших название колков, или мокрых кустов (рис. 29).

Солоди изредка встречаются также и в зоне каштановых и бурых почв главным образом по понижениям в виде падин и лиманов. Удельный вес их в почвенном покрове в общем сравнительно ничтожен,

Обладая весьма малым содержанием органического вещества и важнейших питательных элементов, а также неблагоприятными физическими и химическими свойствами, солоди являются бедными и молоплодородными почвами.

Вместе с тем солоди и осолоделые почвы во многих случаях являются лесопригодными и на них неплохо развивается естественная лесная растительность.

Поэтому солоди и осолоделые почвы целесообразно оставлять под лесом, тем более, что роль лесных насаждений в степных и лесостепных районах как фактора снегонакопления и смягчения климата очень велика.

При включении солодей и осолоделых почв в сельскохозяйственное использование первостепенное значение приобретает внесение органических и минеральных удобрений, извести, а также землевание.

ПЕСЧАНЫЕ ОБЛАСТИ СУХОЙ СТЕПИ И ПУСТЫНИ

В области сухой степи и пустыни значительная площадь занята речными и материковыми песками, особенно в низовьях Днепра, Дона, в Прикаспийской низменности, в Каракумах и других южных областях Советского Союза. Так, песчаные массивы по берегам Днепра составляют около 200 000 га, по берегам Дона — 900 000, Терека и Кумы свыше 900 000 га. Огромное пространство занято сыпучими песками в Астраханской области как в Приволжье, так и в Заволжье.

Около 8,6 млн. га под песками в Актюбинской области. Здесь простираются крупные песчаные массивы — приаральская часть Каракумов, Большие и Малые Барсукы, пески приэмбенские и другие.

Как установлено исследованиями, все эти песчаные образования в далеком прошлом были закреплены естественной растительностью, приспособившейся к условиям песчаных почв. Но в связи с развитием здесь скотоводства и хищнических приемов пастбищ скота в дореволюционной России пески в значительной части оказались обнаженными от покрывавшей их растительности и превратились в безжизненные всхолмленные ветрами бугры и гряды.

Речные и материковые пески в естественном состоянии способны покрываться растительностью и переходить в стадию песчаной степи, и наоборот, в результате уничтожения растительности и при разрушении плотной поверхности пасущимися животными остановившиеся пески снова легко переходят в подвижное состояние, превращаясь в голые пустыни (рис. 30). Лишенные растительности они под влиянием ветра способны передвигаться на значительные расстояния и засыпать поля, луга, сады и т. д.

Борьба с разеванием песков осуществляется путем насаждения леса, нетребовательных кустарниковых пород и посева соответствующих трав, которые способны остановить дальнейшее их движение.

Огромную роль в этом деле должны сыграть такие ценные многолетние дикорастущие травы, как песчаный овес, песчаная полынь, кумарчик, житняк, прутняк и др. Очень ценным для посева на полузаросших и заросших песках является многолетний

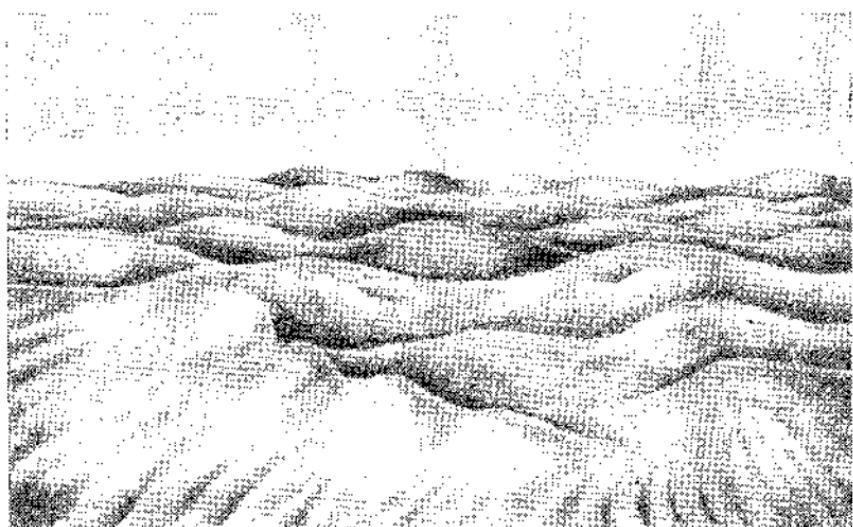


Рис. 30. Песчаные кучугуры в Астраханской области.

полукустарничек из семейства маревых — прутняк; он является не только пастищным, но и сенокосным растением.

Песчаные массивы после закрепления их травяной и древесной 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.

Следует отметить, что очень часто пески на небольшой глубине содержат почвенно-грунтовую воду. Такого рода песчаные участки с успехом могут быть освоены под культуру, например, винограда, а отчасти овощных и бахчевых растений. Опыт освоения донских песков показывает, что виноградники на песках хорошо плодоносят без всякого полива и, что весьма существенно, не страдают от серьезнейшего вредителя — филлоксеры.

Таким образом, пески и песчаные почвы юга и юго-востока нашей страны могут быть самыми различными путями использо-

зованы в сельском хозяйстве. При этом вся система агротехнических мероприятий должна быть направлена на предохранение их от разевания и на повышение плодородия.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

I. Описание солончаков, солонцов и солодей

1. На почвенной карте СССР изучают условные обозначения солончаков, солонцов и солодей и области их распространения.

2. На почвенных монолитах изучают строение профиля, морфологические признаки, делают зарисовки и дают определение этих типов почв.

3. На крупномасштабных почвенных картах хозяйств изучают условные обозначения солончаков, солонцов и солодей и степень их распространения.

4. В лаборатории производят анализ водной вытяжки из почвенного образца (общая сумма воднорастворимых веществ, общая сумма минеральных воднорастворимых веществ, потеря от прокаливания, качественное определение ионов кальция, хлора и сульфат-ионов, pH водной вытяжки), определяют pH солевой вытяжки.

II. Определение поглощенного натрия в солонцах и солонцеватых почвах по методу И. Ф. Голубева

В качестве вытеснителя поглощенного натрия из почвы применяется двууглекислый аммоний NH_4HCO_3 — соль, легко разлагающаяся при выпаривании и тем более легком прокаливании, следовательно, легко улетучивающаяся и обладающая слабощелочной реакцией. Раствор двууглекислого аммония приготавливают насыщением углекислого аммония угольной кислотой из Кипповского аппарата или покупают готовым.

10 г почвы, в которой определяют поглощенный натрий, на воронке обрабатывают раствором до тех пор, пока не наберется 1 л фильтрата. 200 мл фильтрата выпаривают в фарфоровой чашке досуха, а затем прокаливают. Осадок тщательно выщелачивают горячей водой в другую фарфоровую чашку, снова выпаривают и просушивают. Опыт приходится повторять два — три раза. После третьего выпаривания осадок полностью растворяют в горячей дистиллированной воде. Отфильтрованный раствор титруют 0,01 н H_2SO_4 в присутствии метил-бензажа. Количество миллилитров H_2SO_4 , использованное на титрование фильтрата, умножают на 0,00023 и получают количество натрия во взятом для титрования объеме вытяжки. Если полученное число умножить на 5 — получают содержание поглощенного натрия в граммах на 10 г почвы; для пересчета на 100 г почвы данное число следует умножить на 10.

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ

ПОЧВЫ РЕЧНЫХ ПОЙМ

ПОНЯТИЕ О ДОЛИНЕ И ПОЙМЕ РЕКИ

Распространение пойменно-луговых почв. В почвенном покрове нашей страны значительное место занимают пойменные почвы, развивающиеся в речных долинах. Общая площадь их около 425 тыс. км², или 1,9% всей территории Советского Союза.

Та часть речной долины, которая периодически заливается на более или менее длительное время полыми водами реки, называется поймой. Размеры пойм очень различны. Обычно чем крупнее река, тем шире ее пойма. В низовьях таких больших рек, как Лена и Обь, ширина поймы достигает 40—50 км. Огромные размеры имеет Волго-Ахтубинская пойма в низовьях Волги. В то же время нередко встречаются реки, у которых поймы развиты слабо или вовсе отсутствуют.

Водный режим реки. Водный режим реки не является постоянным; всякая река под влиянием природных условий периодически изменяет высоту своего уровня. Максимальной высоты уровень воды в реке достигает или во время весеннего таяния снегов, или, если река берет начало в горных областях — в период наибольшего таяния ледников. После половодья уровень воды в реке постепенно падает, доходя до минимального, который всецело определяется величиной притока грунтовых и почвенных вод.

Большое значение в водном режиме имеет облесенность местности. В тех случаях, когда водосборный бассейн реки сильно облесен, весеннееводное половодье не может отличаться большой стремительностью, и вода в реке будет подниматься медленно. Так же постепенно будет и падение уровня воды в русле после окончания таяния снега. На необлесенных участках снега тают очень быстро, и воды их стремительно уносятся по поверхности почвы в долины рек. Поэтому весной в безлесных районах уровень воды в реках быстро и высоко поднимается и через короткое время также быстро падает.

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПОЙМЕ

Всякая развитая пойма во многих случаях делится на три части: прирусовую, центральную и притеррасную.

Прирусовая пойма в большинстве случаев представляет узкую полосу, непосредственно прилегающую к руслу реки.

Отложения прирусовой поймы отличаются чаще всего однородностью механического состава во всех горизонтах, состоящих преимущественно из супеси и песка.

В зависимости от природных условий, а главным образом от характера весеннего половодья, в долине реки может образоваться центральная зернистая пойма и слоистая пойма.

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 меженьных берегов и не получается одного общего потока по всей долине реки. В этих условиях вода половодья вступает в область центральной поймы медленно и спокойно разливается по долине реки.

После спада воды вся поверхность поймы остается покрытой слоем влажного ила и других мелких частиц. Этот аллювиальный осадок начинает быстро высыхать, расслаиваясь на горизонтальные слои и растрескиваясь на многогранные комочки 2—3 мм в диаметре. 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 самой благоприятной форме.

Луга зернистой поймы в большинстве случаев имеют равнинный рельеф и представляют наиболее ценную природную кормовую площадь.

В отличие от зернистой, слоистая пойма — результат сильного половодья, когда талые воды, выйдя из русла реки, образуют один мощный аллювиальный поток по всей ширине речной долины от одного коренного берега до другого.

Такие разливы совершаются в тех случаях, когда в долину реки в течение небольшого периода времени вливается очень много талой воды с водосборной площади. Осадок, откладываемый в этих условиях на поверхности поймы, существенно отличается от осадка зернистой поймы. Все частички глины, перенесённые, 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 суглинка 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. Очень часто зернистая пойма погребена слоистой, и наоборот, слоистая пойма бывает погребена зернистой.

В несколько иных условиях находится притеррасная пойма, которая развивается под влиянием совместного воздействия как аллювиальных 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 старицу реки или притеррасное болото.

Как природная кормовая площадь притеррасная пойма в ее естественном состоянии не имеет ценности.

Следует отметить, что такого рода формирование поймы свойственно только крупным рекам. Что же касается малых рек, то их поймы в большинстве случаев характеризуются отсутствием разделения на притеррасную заболоченную часть, центральную зернистую или зернисто-слоистую и прирусловую слоистую. Здесь, как правило, нет прирусовой слоистой песчаной области, заболоченное притеррасье не всегда выражено и, кроме того, в этих поймах отсутствуют дюны и гривы как элементы широких пойм крупных рек.

ПОЧВЫ РЕЧНЫХ ПОЙМ

Развитие почвы в поймах рек происходит под 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 оказывается фактор зональности и тем меньше пойменные почвы имеют общих свойств с почвами водоразделов; и наоборот, на поймах, слабо заливаемых поймыми водами, почвы в большей степени приобретают внутренние и внешние свойства, присущие почвам водоразделов. Пойменные почвы отличаются значительным разнообразием как в речных долинах физико-географических зон, так и в пределах поймы одной и той же реки.

В поймах рек дерново-подзолистой зоны наиболее распространенными почвенными образованиями являются следующие: 1) дерновые зернистые суглинистые почвы, 2) дерновые зернисто-слоистые супесчано-суглинистые, 3) дерновые слабо развитые слоистые песчаные и супесчаные, 4) дерново-глеевые пойменные почвы, 5) болотные почвы и 6) 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. Они отличаются хорошо развитым перегнойным горизонтом мощностью 20—40 см, со-

держат от 3 до 7% перегноя и имеют ярко выраженную зернистую или мелкокомковатую структуру. Это наиболее ценные и плодородные почвы в поймах рек.

Дерновые зернисто-слоистые супесчано-суглинистые почвы распространены в центральной слоистой пойме. Самой особенностью этих почв является ясно выраженная слоистость профиля. Слои пылеватого материала чередуются с суглинистыми, а иногда и глинистыми слоями. Мощность их перегнойного горизонта сравнительно невелика и обычно не превышает 15—30 см. Содержание перегноя в них колеблется от 2 до 3,5%.

Дерновые слаборазвитые слоистые песчаные и супесчаные почвы имеют ограниченное распространение и встречаются главным образом в прирусовой пойме, где вследствие ежегодного отложения значительного количества свежего наноса супеси и песка почвообразовательный процесс весьма слабо выражен. В сельскохозяйственном отношении слоистые песчаные и супесчаные почвы прирусовой поймы ценности не представляют.

Дерново-глеевые пойменные почвы встречаются небольшими пятнами в центральной пойме по понижениям элементам рельефа, где после паводков или дождей длительное время задерживается вода и возникают процессы заболачивания.

Болотные почвы чаще всего развиты в притеррасной пойме, где имеются лиманообразные понижения, ложбины и другие вогнутые формы рельефа, способствующие длительному переувлажнению почв. Все эти болотные образования по преимуществу низинного происхождения.

Дерново-подзолистые пойменные почвы не имеют широкого распространения и встречаются только на участках, занятых древесной растительностью и слабо заливающихся полыми водами.

Почвы поймы крупных рек степных и пустынино-степных областей приобретают несколько иные черты и существенно отличаются от речных пойм дерново-подзолистой зоны.

В центральной пойме рек черноземной зоны широкое развитие имеют дерновые черноземовидные почвы. Перегнойный горизонт у них достигает 50—60 см, а содержание гумуса колеблется чаще всего в пределах 5—8%. Дерновые черноземовидные почвы богаты запасом зольной и азотной пищи и, обладая прочной комковато-зернистой структурой, отличаются благоприятным водно-воздушным режимом.

Далее, к югу, в зоне каштановых и бурых почв, содержание гумуса в пойменных почвах уменьшается, окраска

почв становится более светлой и вместе с тем заметно теряется зернистая структура.

Наиболее распространеными пойменными почвами в этой зоне являются лугово-каштановые почвы, часто карбонатные, иногда солонцеватые и солончаковатые. Перегнойный горизонт этих почв имеет светло-серую или коричневую окраску, при этом мощность его обычно не превышает 40—50 см; содержание гумуса колеблется в пределах 2—4%.

В поймах рек Сыр-Дарын, Аму-Дарыи и др., расположенных в пустынно-степной 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. У 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 солончаковые луга, поросшие акмамыком, ажреком и др.

В бессточных понижениях широкое развитие имеют тростниковые болота. Очень часто по этим поймам встречаются своеобразные поэмы леса — тугаи, состоящие из тополя-турани и тополя евфратского с подлеском из гребенщика и лохаджиды.

На засоляющихся участках тугайная растительность постепенно сменяется солончаковой и прежде всего черным саксаулом.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ

Почвы речных пойм имеют большое народнохозяйственное значение и прежде всего как естественная кормовая база для животноводства. Пойменные почвы в большинстве случаев обладают высоким естественным плодородием, обеспечивающим получение двух укосов сена ежегодно. Особенно высокие и устойчивые урожаи сена дают луга центральной поймы, тем не менее пойменные луга многих речных долин вследствие отсутствия надлежащего ухода за ними и нерационального использования отличаются низкой производительностью и дают урожаи сена ниже их природных возможностей. Такого рода луга очень часто изобилуют кочками и зарослями кустарника и мелколесья, а также разными несъедобными и вредными растениями. Значительные площади пойменных лугов сильно заболочены и фактически выбыли из фонда ценных естественных кормовых угодий. Поэтому вопросы повышения производительности пойменных лугов приобретают весьма большое значение.

В системе агромероприятий по текущему улучшению естественных лугов первостепенное значение имеет очистка лугов от кустарников и мелколесья, удаление пней, паводковых наносов и кочек, выравнивание поверхности, осушение заболоченных участков, уничтожение сорных и вредных трав, подкормка удобрениями, а также периодическое, по мере надобности, залужение лугов специально подобранными травосмесями. Но наиболее эффективным мероприятием по резкому повышению производительности малопродуктивных лугов является коренное их улучшение. С этой целью природный луг или пастбище распахивают и создают сейный луг.

Наряду с этим очень важной задачей является освоение части пойменных земель под овощные культуры и картофель, в первую очередь пойменных земель, расположенных вблизи крупных городов, промышленных центров, а также сырьевых зон спиртовой, крахмало-паточной и овощеперерабатывающей промышленности.

В лесо-луговой зоне в поймах обычно размещаются севообороты, насыщенные кукурузой и сахарной свеклой. На освоенных пойменных землях в соответствующих климатических условиях возможно также широкое развитие садоводства, бахчеводства, виноградарства и семеноводства.

Большую ценность для освоения представляют низинные торфяники, расположенные в поймах рек. Осушенные и освоенные пойменные торфяники превращаются в высокопродуктивные культурные уголья, пригодные для посева зерновых культур и корнеплодов.

В почвах речных пойм заключено огромное потенциальное плодородие. Назрела настоятельная необходимость широкого освоения пойменных почв для возделывания на них интенсивных культур. Освоенные массивы пойменных почв должны стать в ближайшие годы зоной высокointенсивного земледелия.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Описание пойменных почв

1. На почвенных монолитах изучают строение профиля, морфологические признаки, делают зарисовки и дают определение почв речных пойм.

2. Экскурсия в долину реки и изучение почв в природной обстановке. В долине реки выбирают типичный участок, делают почвенный разрез, в котором зарисовывают почвенный профиль и берут почвенные образцы для лабораторных анализов.

3. Во взятых почвенных образцах в лаборатории определяют pH солевой вытяжки.

ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В ЗОНЕ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ И ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

ПОЧВЫ ЗОНЫ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ И ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Зона почв влажных субтропиков в Советском Союзе ограничена в основном лишь двумя районами — Колхидским, на Черноморском побережье, и Ленкоранским, на побережье Каспийского моря.

Эта зона отличается теплым и влажным климатом. Средняя годовая температура здесь составляет $13,2-14,5^{\circ}$, средняя январская $5,8-7^{\circ}$, июльская $21,5-23^{\circ}$. Осадков в год выпадает $2000-2500 \text{ мм}$, а в отдельные годы и больше. Осадки выпадают преимущественно в виде ливней. Относительная влажность воздуха очень высока и в летний период достигает 80%.

Природная растительность представлена здесь главным образом дубово-трабовыми и буково-каштановыми лесами, переплетенными лианами. Местами в подлеске встречается понтийская азалия. Под покровом тенистых лесов в условиях влажного и теплого климата развиваются красноземы и желтоземы.

В качестве почвообразующих пород для красноземов и желтоземов служат чаще всего продукты выветривания коренных кристаллических пород в виде красноцветных глин и суглинов; эти отложения богаты гидратами железа и алюминия, но бедны основаниями кальция и магния, а также отчасти соединениями SiO_2 . Количество гумуса в верхних горизонтах описываемых почв составляет 3—8% и лишь в отдельных случаях достигает 9—12%; книзу содержание перегноя резко уменьшается.

Почвообразовательный процесс в этой зоне характеризуется энергичным распадом алюмосиликатов и выносом в нижние горизонты оснований кальция, магния и в меньшей степени SiO_2 . Вместе с тем в поверхностных горизонтах и во всем профиле почвы накапливается значительное количество гидратов окислов железа, алюминия и отчасти марганца. Большие скопления железа и придают этим почвам характерную для них красную или желтую окраску. В соответствии с этим почвы влажных субтропиков подразделяются на красноземы и желтоземы.

Типичные красноземы отличаются ярко-красной окраской и слабой расчлененностью почвенного профиля. Желтоземы имеют белесовато-палевую окраску верхних горизонтов и желтовато-оранжевую нижних.

Красноземы наиболее широко распространены на склонах Аджарского хребта, обращенных к Черному морю и харак-

теризующихся значительно расчлененным, холмистым рельефом.

Желтоземы залегают преимущественно в Абхазии на двух нижних приморских террасах, а также на побережье Каспийского моря, в Талыше, Азербайджанской ССР.

В результате систематического промывания и выщелачивания красноземы и желтоземы не насыщены основаниями (табл. 15). Среди обменных катионов поглощенный водород в красноземах занимает значительное место. Наряду с водородом в них всегда присутствует обменный алюминий. Реакция почвенного раствора обычно кислая ($\text{pH}=4,5$).

Таблица 15

**Состав обменных катионов и величина pH в профиле краснозема
(по данным Н. П. Ремезова)**

Генетические горизонты	Глубина взятия образца (см)	Перегной (в процентах)	Обменные катионы (м.экв на 100 г почвы)					pH	
			Ca	Mg	Al	H	сумма	KCl	H_2O
A ₁	3—6	6,8	1,3	0,7	11,4	14,9	28,3	4,1	4,7
A ₁	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	47,3	4,5	4,7
B ₂	53—61	0,5	1,2	1,1	18,0	17,8	35,9	4,6	4,8
B ₂	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

Среди красноземов и желтоземов передко встречаются желтоземно-подзолистые почвы, имеющие ярко-желтую или палево-желтую окраску и четко выраженные признаки оподзоливания.

Мощность подзолистого горизонта (A_2) в них достигает иногда 30—50 см и более. Что же касается горизонта В, то в нем очень часто обнаруживается много крупных ортштейновых зерен.

Желтоземно-подзолистые почвы характеризуются кислой реакцией; pH водной суспензии = 5,2—6,6, а солевой вытяжки — 3,8. Обменная кислотность этих почв обусловлена главным образом обменным алюминием и в меньшей мере водородом. Емкость поглощения желтоземно-подзолистых почв небольшая.

Красноземы и желтоземы, несмотря на незначительное распространение, имеют большое народнохозяйственное значение. На этих почвах успешно выращивают ценинейшие субтропические культуры: чай, табак, мандарины, виноград, южные садовые и огородные культуры и различные ароматические растения.

Красноземы и желтоземы сравнительно легко поддаются окультуриванию, но так как они залегают в основном на горных склонах, то при освоении их особое внимание следует уделять мероприятиям по предупреждению и борьбе с эрозией.

почв путем террасирования склонов, одернения уступов террас, создания полос — буферов из многолетних трав и защитных лесных полос.

Для повышения плодородия этих почв очень большое значение имеет применение органических удобрений, а также минеральных, особенно азотных и фосфатных. Азотные удобрения вносят в почву в виде сульфата-аммония и фосфатные — в форме фосфоритной муки или гранулированного суперфосфата. Что же касается калийных туков, то они также положительно действуют на большинство возделываемых культур, кроме чайного куста, который на них почти не реагирует.

ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

На обширном пространстве Советского Союза почвы горных областей занимают значительное место.

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, или поясность, в распределении почв, под которой понимается более или менее закономерная смена одних почв другими по мере поднятия от подножий до вершин высоких гор.

Степень распространения и характер сочетания почвенных образований в отдельных горных районах довольно различны.

Восточные Карпаты. Восточные Карпаты представляют собой ярко выраженную складчатую горную страну с высотами, достигающими 1000—2500 м. На горных склонах выше 1200—1600 м начинаются субальпийские луга, представленные горнолуговыми почвами.

Горнолуговые почвы Восточных Карпат отличаются высокой кислотностью, слабой насыщенностью основаниями и значительным содержанием органического вещества.

Под буковыми лесами на высотах от 300 до 800 м широкое развитие имеют горно-лесные буровоземы, характеризующиеся буровато-палевой или буроватой окраской, небольшой насыщенностью основаниями, повышенной кислотностью и содержанием гумуса от 6 до 9%.

Под еловыми и пихтовыми лесами развиты подзолисто-буровоземные и подзолисто-буровоземные поверхностно-глеевые почвы, отличающиеся небольшим содержанием органического вещества, обычно не превышающим 4—5%, и сильно кислой реакцией.

Горнолуговые почвы Восточных Карпат используются преимущественно в качестве естественных пастбищ, а буровоземы и подзолисто-буровоземные почвы — под пашни, на которых возде-

зываются самые разнообразные сельскохозяйственные культуры.

Крым. Почвенный покров горного Крыма довольно сложен. Наиболее распространенными типами и видами почв здесь являются следующие: 1) черноземовидные горно-луговые; 2) темноцветные лесные; 3) бурые лесные почвы; 4) красноцветные почвы Черноморского побережья Крыма; 5) перегнойно-карбонатные и другие неразвитые почвы на коренных породах, их делювии и аллювиальных наносах.

Кавказ. Почвенный покров Кавказа отличается большой сложностью и пестротой. Благодаря наличию огромных высот вертикальная зональность здесь выражена более полно и резко, чем в других горных областях Советского Союза.

Вертикальные почвенные зоны в области Большого Кавказа располагаются в следующем порядке: 1) альпийская зона с горно-луговыми торфянистыми и горно-луговыми дерновыми почвами; 2) субальпийская зона с горно-луговыми черноземовидными почвами; 3) горно-лесная зона с бурыми лесными почвами; 4) горно-степная зона с черноземными и каштаповыми почвами; 5) полупустынная зона с бурыми и сероземными почвами.

Урал. Уральский хребет отличается небольшой высотой. Поэтому Уральские горы не обнаруживают резко выраженных явлений вертикальной зональности.

Северная оконечность Урала от подошвы до вершины покрыта различными видами горно-тундровых почв, главным образом торфянисто-глеевыми и торфянисто-щебневатыми. Большое распространение здесь имеют также торфяные болота. Средний Урал представлен подзолистыми и Южный — дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами.

На вершинах гор, выше зоны лесов, залегают горно-луговые, горно-тундровые и торфянисто-дерново-щебневатые почвы, отличающиеся высокой кислотностью.

Горы Средней Азии. На территории Средней Азии имеется много различных горных хребтов.

Отметим особенности почвенного покрова наиболее значительных горных систем Копет-Дага и Памира.

Копет-Даг. Нигде не заходит в снеговую область, 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.

Наиболее распространеными почвами здесь являются горные коричневые почвы сухих лесов и кустарниковых луго-степей, горные пустынино-степные сероземы и пустынные сероземы.

В подгорной полосе, окаймляющей горную гряду, залегают сероземы, развитые на пролювиальных и делювиальных наносах.

Памир. Представляет высокое пустынное нагорье, где хребты достигают 5000—5500 м, а дно долин в восточной его части лежит на высоте 3600—4000 м над уровнем моря.

В почвенном покрове преобладают сероземы и горно-луговые почвы субальпийской и альпийской зон. Сероземы в Западном Памире чаще всего граничат с горно-луговыми почвами, в Восточном Памире сероземы носят солонцеватый и гипсоносный характер.

Горы Сибири и Дальнего Востока. Горы Сибири и Дальнего Востока в большинстве случаев не имеют горно-луговой зоны, они покрыты до вершин лесами и только самые высокие вершины — «гольцы» — имеют растительность и почвы, несколько напоминающие тундру Крайнего Севера.

Преобладающими почвами являются дерново-подзолистые и подзолистые различного механического состава. Почвенный покров нередко прерывается выходами коренных пород и осыпями, занимающими значительные площади.

Горы северо-восточной Сибири. К горам северо-восточной Сибири относятся хребты Верхоянский, Колымский (Гыдан), хребет Черского и возвышенности Чукотского национального округа.

Почвенный покров представлен здесь горно-подзолистыми, дерново-подзолистыми и дерново-подзолисто-глеевыми почвами. К северу почвенный покров изменяется, и в области лесотундры и тундры господствующими почвами являются торфянисто-подзолистые и торфянисто-глеевые.

Горы бассейна р. Амура. Наиболее значительными горными хребтами Дальнего Востока являются Становой хребет, Олекмо-Байкальский и Буренский, 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. В долине Амура, в районе Благовещенска и Хабаровска, большие массивы представлены аллювиально-луговыми и луго-болотными почвами. Они отличаются высокой природной производительностью. Значительная часть их в настоящее время освоена и используется в сельскохозяйственном производстве под пашни и в качестве сено-косов.

Горы острова Сахалин. Остров Сахалин характеризуется разнообразным и сложным горным рельефом.

Наиболее распространенными почвами Сахалина являются дерново-подзолистые и торфяно-подзолисто-глеевые. В долинах рек значительные площади занимают дерново-аллювиальные луговые почвы. Это наиболее плодородные почвы; они содержат до 6—8% перегноя, много фосфора и калия и в этом отношении представляют большую ценность для сельскохозяйственного

производства. Луговые почвы используются в качестве сенокосов и настбищ, а также под посевы различных культур.

Горы Камчатки. Камчатка — обширный гористый полуостров, в средней части которого проходят два параллельных хребта — Срединный и Восточный.

Почвенный покров Камчатки довольно разнообразный. 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 торфяниоболотные почвы; в долине реки Камчатки обширные площади представлены темноцветными луговыми почвами, являющимися наиболее плодородными почвами Камчатки.

ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Описание почв субтропиков

1. На почвенных монолитах изучают строение профиля, морфологические признаки, делают зарисовки и дают определение почв зоны влажных субтропиков.
2. На крупномасштабных почвенных картах местных колхозов и совхозов изучают условные обозначения почв субтропиков и их распространение на территории хозяйства.

ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ

ОХРАНА ПОЧВЫ И БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ

Об использовании и охране почв. Земля — всенародное достояние, и охрана почв является первой обязанностью каждого совхоза и колхоза.

Вопросам правильного использования почв, их охраны и систематического улучшения в нашей стране уделяется большое внимание. Охране подлежат все земли, особенно пахотные, закрепленные за землепользователями как основные средства производства в сельском хозяйстве.

Землепользователи обязаны систематически осуществлять с учетом местных условий комплекс агротехнических, мелиоративных и противовэрозионных мероприятий, направленных на сохранение почвенного покрова, поддержание наивыгоднейшего режима почвенной влаги и плодородия почв. Они обязаны располагать данными о характере и особенностях почв на закрепленных за ними землях в целях рациональной организации внесения удобрений, правильного управления процессами,

которые регулируют жизнь почвы и влияют на урожай производимых на ней культур.

Сельскохозяйственное использование почв и связанных с ними природных ресурсов (растительность, воды) не должно приводить к сокращению площадей сельскохозяйственных угодий или ухудшению качества плодородных земель.

В связи с этим большое внимание должно уделяться мерам борьбы с эрозией почв.

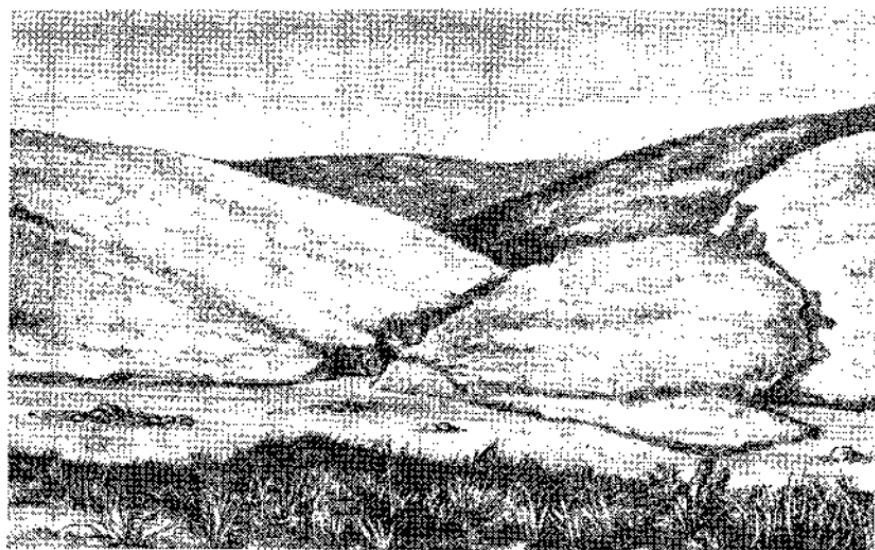


Рис. 31. Размыт территория после обсаживания.

Виды эрозии. Под эрозией почвы (лат. erosio — разъедание) разумеются многообразные процессы ее разрушения и перемещения продуктов разрушения водой и ветром. В связи с этим различают водную эрозию почв и ветровую эрозию, или дефляцию.

Как водная, так и ветровая эрозии почв широко проявляются в природе и причиняют колоссальный вред народному хозяйству.

Водная эрозия почв вызывается поверхностными потоками талых, дождевых и ливневых вод. Под влиянием этих потоков происходит плоскостной смыв и линейный размыт почвы. Плоскостная эрозия сопровождается смывом верхних, наиболее плодородных горизонтов почвы на обширных площадях. Линейная эрозия развивается на узких полосах, в результате чего наклонная поверхность склонов постепенно расчленяется небольшими промоинами, затем круп-

ными рывинами 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 она проявляется по-разному. Большое значение в этом отношении имеют наличие или отсутствие растительности, свойства почвы и почвообразующих пород, приемы сельскохозяйственного использования земель, наклон поверхности и влажность климата.

Серьезнейшим препятствием для развития эрозии является растительность. Поэтому даже на крутых склонах, покрытых древесной или травянистой растительностью с хорошо развитой дерниной, эрозия или совсем не проявляется, или же проявляется, но в весьма ничтожной степени. Уничтожение растительности и распашка склонов благоприятствуют развитию эрозии (рис. 31). Особенно быстрыми темпами развивается эрозия на полях, вспаханных вдоль склона. На таких участках на протяжении всего лишь нескольких лет полностью смыывается пахотный слой, обнажается иллювиальный горизонт, а передко и почвообразующая порода, территория покрывается сетью рывин и оврагов и земельный массив выбывает из строя. Слабо проявляется эрозия на структурных почвах, обладающих хорошей впитывающей способностью. На структурных почвах атмосферные осадки быстро впитываются на месте и поверхностного стока воды почти не происходит.

Слабее проявляется эрозия на почвах с малым наклоном местности, сильнее — на крутых склонах. При этом выпуклые склоны больше подвержены водной эрозии по сравнению с вогнутыми, где 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 противоэрэозионных агротехнических мероприятий.

Значительное влияние на развитие эрозии оказывает влажность климата: чем больше осадков выпадает в той или иной местности и главным образом в виде сильных ливней, тем благоприятнее условия для проявления водной эрозии.

Помимо разрушения пахотных угодий, водная эрозия наносит большой вред сенокосам и пастбищам в поймах, заливает реки, пруды и водохранилища, портит гидротехнические сооружения.

Явления водной эрозии, представляющие прямое наследие примитивной агротехники и хищнического использования земель в дореволюционной России, значительно распространены в нашей стране. Особенно сильно выражены эрозионные процессы в лесостепной зоне, в центральных черноземных областях, в Поволжье, на Правобережной Украине и в предгорных областях.

Столь же пагубное влияние на почвенный покров оказывает ветровая эрозия, особенно в периоды черных, или пыльных, бурь, способных поднимать в воздух и переносить на тысячи километров десятки и сотни миллионов тонн мельчайших почвенных частиц.

Ветровая эрозия наиболее сильно распространена в степных, пустынино-степных и пустынных зонах. 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 принимается защитных мер, превращаются в сыпучие бугристые или барханные пески, становятся бросовыми землями.

Усиленному развитию ветровой эрозии почв в сухих степях в значительной степени способствовали распашки крупных массивов, внутри которых имелись 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.

Эрозия почв — процесс необратимый: все то, 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.

Меры борьбы с эрозией. Борьба с эрозией почв во всех ее проявлениях является одной из главнейших задач сохранения почвенного плодородия. Она не может и не должна рассматриваться в отрыве от общих агротехнических и организационных мер, направленных на подъем культуры земледелия. Борьба должна быть направлена как на устранение причин, порождающих эрозию, так и против следствий этого явления. Очень существенно, чтобы эта борьба 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 таким мероприятиям относятся (С. С. Соболев): противоэррозионная организация территории с выделением площадей, в разной степени подверженных водной и ветровой эрозии, где необходимо применять различные противоэррозионные мероприятия с правильным размещением систем севооборотов, защитных лесных насаждений и гидротехнических сооружений.

Введение на землях, подвергнутых эрозии, почвозащитных полевых севооборотов и в зависимости от местных условий с заменой чистых паров занятими, сидеральными, кулисными, с увеличением посевов озимых злаковых, с посевом пожнивных и подсевных культур.

При пропашных севооборотах особо важное значение приобретают землеустроительные и агротехнические меры борьбы (приемы обработки) с эрозией почв.

Пахота, рядовой посев и посадка сельскохозяйственных культур, а также культивация должны производиться только попереек склона.

Создание полос-буферов из многолетних трав на более крутых склонах и на участках, подвергнутых выдуванию, а на незасоренных участках — оставление полос-буферов из стерни на высоком срезе. Укрепление и облесение оврагов и балок, облесение сильно эродированных крутых склонов и балок и создание других защитных лесопосадок, а также лесов хозяйственного значения на землях, непригодных для сельскохозяйственного использования. Залужение и закрепление ложбин, подводящих воду к оврагам и балкам, а также крутых склонов; заравнивание промоин, разъемных борозд и другие приемы распределения поверхности стока. Регулирование пастьбы скота в балках, на крутых склонах, на песчаных и супесчаных почвах, на заросших и полузараженных 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 борьбы с водной и ветровой эрозией почв, входящие как неотъемлемая часть в зональные системы земледелия, разработанные и вводимые в Советском Союзе.

Разработка системы противоэррозионных мероприятий применительно к условиям конкретного хозяйства — совхоза или колхоза — 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 должны включаться как органическая составная часть в систему земледелия и неуклонно и полностью выполняться.

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ

МЕТОДИКА ПОЛЕВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ

ЗАДАЧИ ПОЛЕВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Рациональное и эффективное использование почв в каждом совхозе и колхозе возможно только при достаточном знании практически важных свойств и особенностей почв данного хозяйства.

Вопросы землеустройства, химизации, мелиорации почв, севооборотов, освоения новых целинных и залежных земель могут быть в каждом конкретном случае правильно разрешены только при учете агрономических качеств и свойств почв. Поэтому изучение почв земельных территорий совхозов и колхозов имеет большое производственное значение.

Почвенные исследования могут быть полевыми и лабораторными.

Правильное суждение о характере и качестве почв возможно только на основе всестороннего их изучения, поэтому полевые исследования почв всегда должны сопровождаться лабораторными.

Результатом полевых и лабораторных почвенных исследований должна явиться почвенная карта, дающая наглядное представление о характере почв и их распространении на исследованном участке.

Почвенная карта должна помочь каждому хозяйству правильно построить систему агромероприятий, лучше и эффективнее использовать земельные угодья, поднять культуру земледелия и повысить производительность труда.

ПОДГОТОВКА К ПОЧВЕННЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

Перед проведением полевых почвенных исследований необходима некоторая подготовительная работа. До выхода в поле следует ознакомиться с литературой или рукописными материалами, касающимися почв, геологического строения, рельефа, характера растительности, а также истории и культурного состояния полей, подлежащих исследованию.

Очень важно также собрать предварительно и те сведения, которыми располагают колхозники или работники совхоза о

землях своего хозяйства, а главным образом о механическом составе почвы, о наличии или отсутствии вымочек культур, о заплывании почвы и образовании корки, о смывании пахотного слоя на отдельных участках, об истории полей колхоза, о применении извести, 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 данной конкретной территории совхоза или колхоза.

Качество топографической основы имеет большое значение для почвенных исследований: чем подробнее основа, тем лучше и точнее может быть составлена почвенная карта. Наиболее полноценной основой для почвенных исследований являются топографические карты, составленные по материалам аэрофотосъемки.

Следовательно, необходимо широко использовать материалы аэрофотосъемки, на которых весьма полно и во всех деталях отображена местность исследуемой территории.

Использование материалов аэрофотосъемки позволяет составить более качественные детальные почвенные карты, сократить объем полевых работ и значительно снизить затраты на картирование почвенного покрова.

Кроме подробной топографической основы для проведения полевого исследования почвы, необходимы: 1) хорошо отточенная стальная лопата для производства почвенных разрезов; 2) большой нож 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) оберточная бумага для завертывания почвенных образцов; 6) шпагат или толстые нитки для завязывания образцов; 7) общие тетради для описания и зарисовок почвенных разрезов и записей полевых наблюдений, простые и цветные карандаши; резинка; 8) блокноты на этикетки для образцов почв; 9) полевая, брезентовая или кожаная, сумка с отделениями для мелких предметов снаряжения; 10) компас; 11) мешок для складывания почвенных образцов; 12) универсальный индикатор для определения кислотности почвы; 5—10-процентный раствор соляной кислоты в капельнице для определения наличия карбонатов в почве; 13) растворы красной кровяной соли $K_3Fe(CN)_6$, хлористого бария, азотнокислого серебра и раствор фенолфталеина в 96-процентном спирте, несколько пробирок и бумажных фильтров для простейших химических испытаний почв в поле и 14) дистиллированная вода.

МЕТОДИКА ПОЛЕВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Понятие о почвенных разрезах. Методика непосредственного изучения почв в поле основана на изучении морфологических признаков почв при помощи ям той или иной глубины, называемых почвенными разрезами.

По назначению разрезы делят на основные, полуямы, или контрольные, и прикопки. Основные разрезы делают в местах, наиболее типичных для изучаемой территории как в отношении рельефа, так и растительности.

Разрезы обычно закладывают на полную глубину — до 1,5—2 м и глубже с тем, чтобы можно было обнаружить и изучить почвообразующую породу. В тех случаях, когда близко к поверхности залегают грунтовые воды, основные разрезы могут быть глубиной до 1 м и даже меньше. Из разрезов берут почвенные образцы со всех генетических горизонтов, а также из материнской породы. Выбор места для закладки основных разрезов должен производиться особенно тщательно.

Полуямы, как контрольные разрезы, выкалывают на меньшую глубину, чем основные. Их назначение состоит в том, чтобы проверить, одинакова ли почва в местах расположения контрольных разрезов с той, которая имеется в основных.

Количество контрольных разрезов делается значительно больше, чем основных. Иногда из них также берут образцы. Описание почвы в контрольных разрезах производят 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 70 см. Почву по прикопкам не описывают, а устанавливают только ее название.

Расположение почвенных разрезов. Исследование почв в полевых условиях начинают с выбора места для почвенного разреза. При выборе места основное внимание обращают на рельеф участка, растительность и характер угодья — пашня, сенокос, лес, болото и т. д. Как правило, почвенные разрезы должны равномерно располагаться на всех элементах рельефа: на водоразделах, в начале какого-либо склона, в середине склона, в конце склона, на равнине, в долине реки и т. д. Таким способом можно охватить самые различные почвенные разновидности.

Для установления границ распространения того или иного типа или разновидности почв необходимо стремиться к тому, чтобы каждый разрез характеризовал как можно большую площадь и чтобы он был расположен в наиболее характерном для данной почвенной разновидности месте.

Следует отметить, что густота расположения основных почвенных и контрольных разрезов, а также прикопок в значитель-

ной степени зависит от рельефа. Чем сложнее рельеф, чем сильнее пересечена местность, тем более пестр и сложен почвенный покров и тем, следовательно, больше разрезов нужно закладывать на единицу площади. Напротив, в условиях равнинного рельефа, где почвенный покров отличается однообразием, расстояние между отдельными разрезами может быть значительно больше, и общее количество разрезов на единицу площади будет гораздо меньше.

Густота расположения почвенных разрезов зависит также от масштаба топографической основы, на которой составляют почвенную карту. Чем крупнее масштаб, тем детальнее должна быть почвенная карта и тем больше, следовательно, должно быть сделано почвенных разрезов на определенной площади, и наоборот. В практике почвенных исследований земельных угодий совхозов и колхозов составление почвенных карт обычно производится в масштабе 1 : 10 000.

При составлении почвенной карты в масштабе: 1 : 10 000 на территории исследуемых хозяйств закладывается такое количество почвенных разрезов, чтобы один разрез находился, примерно, на 15—35 га, а при значительной пестроте почв — на 5—15 га. При более крупном масштабе карты на один разрез будет находиться значительно меньшая площадь, чем при мелком масштабе.

Каждый почвенный разрез (основной, контрольный и прикопка) привязывают на местности глазомерно, обозначают условным знаком на почвенной карте, пумеруют порядковым номером и фиксируют в полевом журнале. После этого приступают к изучению и описанию почвенного разреза.

Описание почвенных разрезов. Выбрав место для ямы, намечают с помощью лопаты на поверхности почвы прямоугольник для почвенного разреза. Обычными размерами основных ям, закладываемых для изучения почвы, будут 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, противоположную ей — ступеньками через 30—50 см, чтобы можно было опускаться вниз и подниматься обратно (рис. 32).

Весьма существенным при полевом исследовании почв является уменьшать связывать морфологические особенности ее с внутренними химическими и биохимическими свойствами, т. е. уменьшать по наружным признакам определять плодородие почвы.

Важнейшими морфологическими признаками, которые должны привлекаться во внимание при полевом исследовании почв, являются следующие.

Строение почвы, т. е. расчленение почвенной толщи на генетические горизонты.

Мощность почвенных горизонтов и глубина их залегания.

Окраска почвенных горизонтов.

Содержание в почве перегноя в связи с интенсивностью окраски верхнего горизонта.

Сложение почвы и отдельных ее горизонтов; т. е. внешнее выражение порозности и плотности почв.

Включения и новообразования.

Почвенная структура по отдельным горизонтам.

Механический состав почвы. Распознавание механического состава почвы в поле делается обычно на глаз и на ощупь. Так, например, глина в сухом виде раздавливается пальцем и

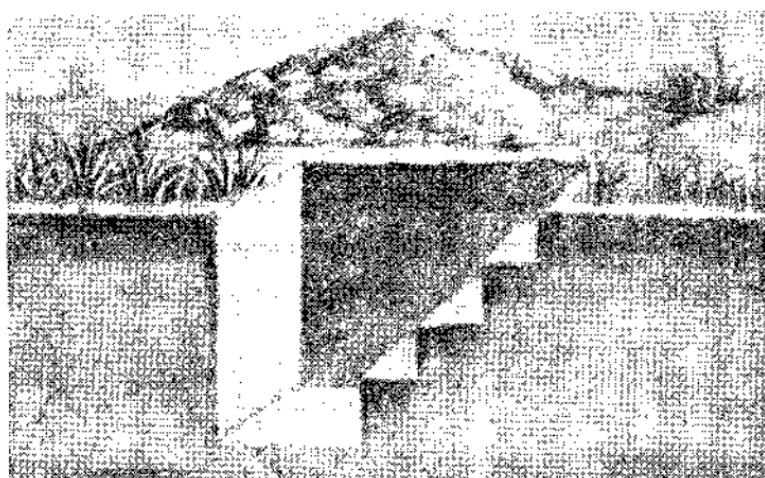


Рис. 32. Вид почвенного разреза.

въедается в поры кожи пальцев; во влажном состоянии глина легко разминается и принимает любую форму.

При раскатывании комка между ладонями рук глина дает тонкий шнур. При разминании ее пальцами песок не ощущается. Тяжелый суглинок также дает шнур, но при сгибании его в кольцо образуются трещины. Суглиники средний и легкий во влажном состоянии раскатываются в шнур; при растирании между ладонями песок ясно ощущается. Супесь в сыром состоянии либо не раскатывается в шнур между ладонями, либо этот шнур разрывается уже при раскатывании, песчаных частиц здесь много, и они ощутимо царапают кожу пальцев. Песчаные почвы отличаются большой рыхлостью и неспособны раскатываться в шнур между ладонями.

Влажность почвы. При описании почвы в поле необходимо учитывать степень влажности, а также характер увлажнения почвы.

В случае, если яма доходит до почвенно-грунтовой воды, отмечается уровень последней.

Глубина и характер распространения корневой системы растений.

Характер почвообразующей породы.

При описании болотных почв особое внимание следует обращать на мощность живого растительного покрова и его ботанический состав; общую мощность всего торфяного слоя, степень разложения или минерализации торфяной массы (слабо, средне, сильно разложившийся торф); механический состав грунта и степень его оглеения, глубину залегания уровня почвенно-грунтовых вод, характер увлажнения (грунтовое, атмосферное, смешанное).

Все эти сведения подробно записывают в полевой дневник. На основании такого рода изучения устанавливают тип болотных почв, а также отмечают их агрономическую ценность, пути освоения и использования в сельскохозяйственном производстве.

Изучение растительности. Описание почв необходимо сопровождать заметками относительно характера растительности. Очень часто по внешнему виду растений можно безошибочно судить о качестве почвы и ее плодородии. Лучшим выражением качеств разнообразных почв являются растения, растущие на этих почвах. При этом на различие качеств почвы указывает не только различие в ботаническом составе флоры, но и степень развития растений.

Изучение химических свойств почвы в поле. При полевом исследовании почв возможно выполнение лишь некоторых и притом самых несложных химических анализов.

Из химических свойств в поле обычно исследуют наличие карбонатов в почве, реакцию почвенного раствора (pH), наличие в почве сернокислых, хлористых солей и закисных соединений железа.

Определение карбонатов в почве (CaCO_3 , MgCO_3) производится при помощи 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.

Определение реакции (pH) удобнее всего производить с помощью универсального индикатора. Для этого в пробирку насыпают немного почвы, прибавляют примерно двойное количество (по объему) раствора хлористого калия (нормального), взбалтывают и дают отстояться до прозрачности раствора. Затем пипеткой берут часть раствора на фарфоровую чашечку, прибавляют две-три капли индикатора, размешивают и сравнивают полученную окраску со стандартной цветной шкалой. При этом, если вытяжка имеет кислую реакцию, то от прибавления индикатора получается розовое окрашивание, при слабокислой

реакции — оранжево-желтое, при нейтральной — зеленоватое и при щелочной — синее.

Для определения наличия в почве хлористых и сернокислых солей приготовляют с помощью дистиллированной воды небольшое количество вытяжки, к отдельным пробам которой в пробирках прибавляют раствор 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 — на присутствие хлористых солей в почве.

Наличие нормальной соды (Na_2CO_3) в почве обнаруживается при появлении вишнево-красной окраски после прибавления к водной вытяжке нескольких капель спиртового раствора фенолфталеина.

Определение присутствия залежи железа узнают 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, должны фиксироваться в полевом журнале самым подробным образом.

Взятие почвенных образцов. После описания основного разреза приступают к взятию почвенных образцов для лабораторных исследований.

Сначала образцы берут из глубокого горизонта (С), затем из средней части профиля (В) и, наконец, из верхних горизонтов (A_2 , A_1 или $A_{\text{пах}}$).

Образцы берут из типичной части каждого генетического горизонта, для чего ножом вырезают прямоугольный кусок с длиной ребра примерно в 8 см. Если мощность почвенного слоя большая, то берут два образца из верхней и нижней части горизонта отдельно.

Вес образцов зависит от целей последующей лабораторной обработки. Чаще всего берут от 0,5 до 1 кг почвы. Каждый образец снабжают соответствующей этикеткой, завертывают в оберточную бумагу и завязывают шпагатом. В этикетку записывают номер разреза, генетический горизонт и глубину взятия пробы, год, месяц, число и фамилию исследователя. Без этикетки взятый образец не имеет никакого значения. Количество проб в разрезе зависит от числа почвенных слоев. Обычно берут 4—5 образцов в основном разрезе.

Для агрохимической характеристики пахотных почв у каждого разреза берут еще смешанные образцы из пахотного слоя. Смешанный образец обычно составляется из 5 почвенных проб, взятых с небольшой площади размером 100—400 м². Для этого вокруг разреза в 5 точках, включая и основной разрез, берут образцы весом около 0,5—1 кг, затем эти образцы перемешиваются на листе бумаги для взятия средней пробы около

0,5 кг. Один смешанный образец должен характеризовать определенную площадь размером до 10 га.

Смешанные образцы берут в основном при исследовании почв в дерново-подзолистой и северной части лесостепной зоны для массовых лабораторных анализов, нужных для составления картограмм кислотности почв и картограмм фосфора и калия.

Помимо почвенных образцов, при полевом исследовании иногда берут еще почвенные монолиты с непарашенной структурой, сложением и строением (рис. 33).

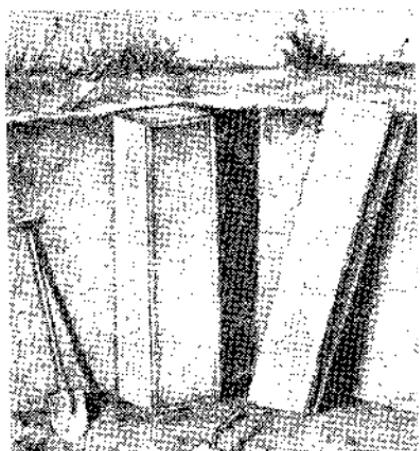


Рис.33. Монолит с надской рамкой.

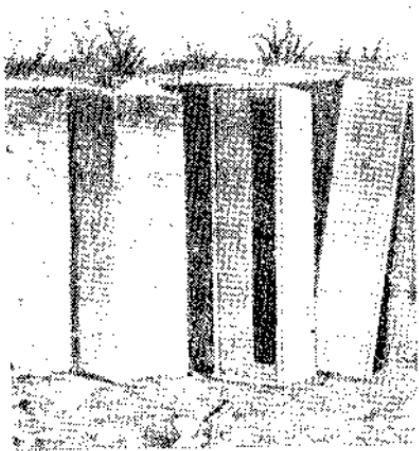


Рис. 34. Монолит в вырезанном виде.

Монолиты помещают в деревянные ящики определенных размеров ($100 \times 20 \times 8$ см). Если монолит берут из основного разреза, то последний несколько расширяют и углубляют. Для выемки почвенного монолита на вертикальной стенке ямы вырезают прямоугольную колонку по размерам монолитного ящика; на эту колонку насыпают затем рамку ящика, к которой после обрезки выступающих частей почвы привинчивают крышку (рис. 34). После этого колонку подкашивают с боков и постепенно отделяют от стенки разреза. С монолита счищают избыток почвы вровень с краями рамки и привинчивают крышку. На крышке ящика пишут номер разреза, место, откуда взят монолит, и название почвы.

СОСТАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ

Для составления почвенной карты необходимо иметь топографическую основу с обозначением на ней рельефа, представленного горизонтальными, расположения дорог, рек, оврагов, лесов, кустарников, пашни, луговых угодий и селений. Располагая

такого рода топографической основой, 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, расстояния между маршрутными ходами могут колебаться от 200 до 1000 м. Пересечение местности такого рода маршрутными, или профильными, ходами дает возможность охватить исследованием самые различные элементы рельефа. Как правило, такие ходы проводятся 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. Основные разрезы принято обозначать на карте квадратиками, контрольные — треугольниками, а прикопки отмечаются точкой.

Когда сделаны основные и контрольные разрезы на определенной части исследуемой территории и выяснена общая картина пространственного распределения почвы, приступают к установлению границ между отдельными почвенными разновидностями. Необходимо при этом иметь в виду, что переходы одной почвенной разновидности в другую в природе очень часто совершаются постепенно, без резких границ. Поэтому установление границ между ними в виде линий на карте является известной условностью, или схематизацией действительной картины, имеющейся в природе. 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. В таких случаях проведение границ между почвенными разновидностями на почвенной карте весьма облегчается. В тех же случаях, когда местность ровная и не имеет резких изменений в рельефе и характере растительности, установление границ между отдельными почвенными разновидностями производится рядом дополнительных контрольных разрезов и прикопок.

Так, в результате пересечения в различных направлениях исследуемой территории последняя покрывается целой сетью основных и контрольных разрезов и прикопок, на основе которых вычерчивается предварительная почвенная карта. Составление предварительной почвенной карты, как правило, должно производиться в процессе полевого исследования почв, а не после окончания этой работы.

КАМЕРАЛЬНАЯ И ЛАБОРАТОРНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ПОЛЕВЫХ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Когда полевое исследование почв заканчено, приступают к камеральной обработке собранного материала: просматривают полевые записи, уточняют почвенные контуры на карте, сличают между собой отдельные почвенные образцы.

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 уточняется почвенная классификация, выработанная в процессе полевого исследования, и окончательно исправляется и уточняется почвенная карта.

Эти уточнения касаются чаще всего механического состава, степени оподзоленности, солонцеватости, засоленности почв и т. д. Так, например, в процессе полевого исследования почва была определена как легкосуглинистая, а в результате анализов выяснилось, что эта почва относится к группе среднесуглинистых, или в поле почва была названа сильноподзолистой, а результаты лабораторных анализов показали, что эта почва является среднеподзолистой. Такого рода уточнения и должны быть отражены в почвенной классификации, составленной в поле. После этого вычерчивают почвенную карту на чертежной бумаге.

Хорошо составленная почвенная карта должна быть настолько понятной, чтобы ею мог пользоваться любой колхозник и работник совхоза. Поэтому почвенная карта должна быть снабжена соответствующими условными обозначениями, объясняющими ее содержание. В качестве условных обозначений на карте обычно дают названия типов почв и почвенных разновидностей с указанием механического состава и характера почвообразующих пород.

Название каждого вида почвы сопровождают номером почвенного контура. Порядковый номер каждой почвенной разновидности проставляют и на соответствующих контурах почвенной карты. 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, чтобы не сделать ее трудночитаемой, громоздкой и мало понятной, то в дополнение к почвенной карте составляют еще картограммы. Применительно к дерново-подзолистой зоне, например, составляют: 1) картограмму кислотности почв и нуждаемости их в известковании,

2) картограмму содержания в почве легкодоступного фосфора и 3) картограмму содержания в почве легкодоступного калия. Каждая из названных картограмм составляется на основании соответствующих агрохимических показателей, причем на ней 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.

К каждой картограмме прилагается объяснительная записка, раскрывающая ее содержание.

Картограмма кислотности почв и нуждаемости их в известковании. Эта картограмма представляет собой земельную карту совхоза или колхоза, на которой нанесены контуры почв с одинаковой степенью кислотности и нуждаемости в известковании.

По степени кислотности почвы подразделяют на пять групп: I — сильнощелочная; почвы сильно нуждаются в известковании; II — среднекислая; средне нуждаются в известковании; III — слабокислая; слабо, нуждаются в известковании; IV — близкая к нейтральной; очень слабо нуждаются в известковании; V — нейтральная, или слабощелочная; 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. Группы почв можно определять по показателям степени насыщенности основаниями ($V\%$) с учетом их механического состава (табл. 16).

Таблица 16

Группы почв по степени насыщенности основаниями и
нуждаемости их в известковании

Группа	Степень насыщенности основаниями ($V\%$)				
	песчаные и супесчаные	легкосуглинистые	средне- и тяжелосуглинистые	глинистые	торфяно-болотные
I	< 40	< 45	< 55	< 60	< 35
II	40—55	45—65	55—70	60—75	40—55
III	55—65	65—75	70—80	75—85	55—70
IV	65—75	75—85	80—90	85—95	70—80
V	> 75	> 85	> 90	> 95	> 80

На основании этих показателей на карте проводятся границы между различными почвами таким образом, чтобы каждый почвенный контур включал в себя почвы с одинаковой степенью кислотности.

На картограмме кислотности и известкования почв указывают дозы извести, вычисленные по гидролитической кислотности, с учетом культур и их чередования в севообороте, а также состава и качества известковых удобрений.

Ориентировочно дозы извести на гектар можно установить также по величине pH KCl вытяжек, пользуясь показателями табл. 17.

Таблица 17

Ориентировочные дозы извести ($t/га CaCO_3$) в зависимости от pH почв

Механический состав почв	pH KCl вытяжки					
	4,5 и меньше	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4–5,5
Супесчаные и легкосуглинистые почвы	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Средне- и тяжелосуглинистые почвы	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5

Таким образом, картограмма кислотности почв и нуждаемости в известковании представляет собой почвенную карту хозяйства, на которой выделены контуры пяти категорий почв: 1) сильнощелочные, 2) среднешелочные, 3) слабощелочные, 4) с реакцией, близкой к нейтральной и 5) с нейтральной или слабощелочной реакцией, с обозначением потребности внесения полных доз извести по гидролитической кислотности.

Картограмма содержания в почве легкодоступного фосфора. Для агрономической оценки почв существенное значение имеет картограмма содержания в почве легкодоступной растениям фосфорной кислоты.

На основе найденного в почве количества подвижной P_2O_5 делается заключение о нуждаемости почв в фосфатных удобрениях.

При составлении картограммы содержания в почве легкодоступной P_2O_5 можно пользоваться следующими градациями.

Количество миллиграммов подвижной P_2O_5 в 100 г почвы	Условная степень нуждаемости растений в фосфатных удобрениях
Меньше 5	очень сильная
От 5 до 10	сильная
От 10–15	средняя
От 15–25	слабая
Более 25	очень слабая

В соответствии с этими данными на картограмме выделяют пять категорий почвенных контуров: 1) с очень сильной нуждаемостью растений в фосфатных удобрениях, 2) с сильной нуждаемостью, 3) со средней нуждаемостью, 4) со слабой нуждаемостью и 5) с очень слабой нуждаемостью.

Картограмма содержания в почве легкодоступного калия.
Составляется так же, как и предыдущая картограмма.

В основу выделения почвенных контуров с различным содержанием легкодоступного калия обычно берут следующие градации.

Содержание K_2O в миллиграммах на 100 г почвы	Степень нуждаемости растений в калийных удобрениях
До 5	очень сильная
От 5 до 7	сильная
От 7 до 10	средняя
От 10 до 15	слабая
Больше 15	очень слабая

Таким образом, на картограмме содержания в почве легкодоступного калия возможно выделение почвенных контуров пяти градаций: 1) с очень сильной, 2) сильной, 3) средней, 4) слабой и 5) очень слабой нуждаемостью растений в калийных удобрениях.

Поскольку же различные культурные растения неодинаково относятся к потреблению калия, то вышеописанные показатели должны в каждом конкретном случае соответствующим образом изменяться, как общие и ориентировочные.

Картограммы подвижного фосфора и калия могут быть объединены в одну картограмму. При этом одинаковые по фосфору группы почв оконтуривают и раскрашивают: I группу — желтым, II — светло-зеленым, III — зеленым, IV — голубым и V — синим.

Содержание калия на этой картограмме показывают разными штрихами.

СОСТАВЛЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ОЧЕРКА, ИЛИ ОБЪЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ, К ПОЧВЕННОЙ КАРТЕ

Необходимым дополнением к почвенной карте является почвенный очерк, или объяснительная записка.

Почвенный очерк охватывает следующие вопросы: общие сведения — географическое и административное положение исследованной территории (область, район, колхоз, совхоз

и т. д.); площадь исследованной территории, распределение угодий и освоенность территории;

естественноисторические условия почвообразования;

метеорологические условия — данные о годовом количестве осадков и их распределении по месяцам; сведения о температуре, вегетационном периоде и т. д.;

геологическое строение местности и почвообразующие породы; при обнаружении на исследованной территории залежей известняков и известковых туфов необходимо указать место их залегания и пригодность для целей известкования почв;

рельеф исследованной территории; эрозионные процессы, степень расчлененности различных элементов рельефа балками, оврагами, промоинами и т. д.;

растительность и ее характеристика как фактора почвообразования;

гидрологические условия — густота гидрографической сети; описание рек, речек, прудов и других водоемов, встречающихся на исследованной территории; глубина залегания грунтовых вод.

Классификация почв и общая характеристика почвенного покрова. В этой части почвенного очерка дается агропроизводственная характеристика почвенного покрова исследованной территории, а также обоснование важнейших агротехнических мероприятий, с помощью которых должно осуществляться планомерное улучшение данных 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: известкования, мелиорации, гипсования, промывок засоленных почв и т. д.

Агропроизводственная группировка почв дает правильную ориентировку для наиболее выгодного использования их в сельскохозяйственном производстве.

Обычно все многообразие почв, выявленных на территории того или иного хозяйства, объединяется в 4—5 агропроизводственных групп.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ И ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Почвенные карты, а также другие данные почвенных исследований должны широко использоваться землеустроителями для рационального решения таких вопросов землеустройства, как: 1) выбор участка под сады, питомники, ягодники, усадебные и производственные центры; 2) установление количества и типов севооборотов, размещение севооборотных массивов, полей и бригадных участков; 3) выделение и правильная организация естественных сенокосов и пастбищ; 4) выделение территории под лесные насаждения, облесение песков, оврагов, крутых склонов, прудов и других водоемов, закладки защитных древесно-кустарниковых полос; 5) обоснованное проведение трансформации угодий и мелиорации заболоченных земель; 6) размещение дорожной сети и мероприятия по улучшению качества дорог, организация полевого водоснабжения, снабжение водой жилищных и производственных построек; 7) очистка земель от камней, кустарников, кочек; 8) использование залежей извести, торфа, гравия, песка, глины.

Очень важно, чтобы каждое выделяемое при землеустройстве поле севооборота было по возможности однородным по механическому составу, степени оподзоленности, засоленности или солонцеватости.

Каждое поле должно включать преимущественно одну агропроизводственную группу почв.

В этом отношении материалы почвенных исследований позволяют землеустроителю составить наиболее высококачественный проект, правильно «нарезать» поля севооборота и рационально разместить все элементы внутрихозяйственного землеустройства.

Топографической основой почвенных исследований являются планы землепользования в масштабе 1 : 10 000. Планы такого же масштаба принимаются и для составления проектов землеустройства совхозов и колхозов. Это дает возможность в ряде случаев почвенные контуры учитывать при землеустройстве без перечисления площадей.

Материалы почвенных исследований нужны не только для составления землестроительного проекта, но и для всей последующей правильно поставленной организационно-хозяйственной деятельности совхоза или колхоза.

Учет материалов по исследованию почв позволит в дальнейшей производственной работе каждого хозяйства избежать общего шаблона и крупных ошибок в применении мелиорации, известкования, обработки, удобрения, при подборе культур и их сортов, при установлении сроков проведения сельскохозяйствен-

ных работ, установлении дифференцированных норм выработки и т. д.

Поэтому руководители и специалисты совхозов и колхозов в повседневной деятельности должны широко использовать почвенные карты, картограммы и другие материалы почвенных исследований для разработки наиболее эффективных дифференцированных приемов агротехники в целях получения наивысших урожаев при наименьших затратах труда и средств.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5

ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ

Глава первая. Происхождение и строение земли	11
Понятие о геологии	11
Происхождение Земли	12
Строение земного шара	16
Земная кора и ее изменения	17
Глава вторая. Состав земной коры	24
Химический состав земной коры	24
Общее понятие о минералах и горных породах	25
Главнейшие минералы, их свойства и распространенность	31
Горные породы и их характеристика	37
Глава третья. Геологическая деятельность воды и атмосферы	40
Геологическая деятельность воды	40
Геологическая деятельность атмосферы	46
Лабораторно-практические занятия	48
I. Изучение минералов по образцам	48
II. Изучение горных пород по образцам	48
Глава четвертая. Процессы образования материнских пород.	49
Процессы выветривания горных пород	49
Основные почвообразующие породы	53
Лабораторно-практические занятия	57
I. Изучение основных почвообразующих пород по образцам	57
II. Изучение почвообразующих пород в природной обстановке	57

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Глава пятая. Процессы образования почв	58
Общая схема почвообразовательного процесса	58
Биологический и геологический круговорот элементов питания в природе	60
Факторы почвообразования	61
Плодородие почв	67
Глава шестая. Перегнойные вещества почвы	71
Роль зеленых растений и микроорганизмов в почвообразовании	71
Образование перегнойных веществ как важнейшей составной части почвы	76
Внешние признаки почв как отражение процессов их формирования и развития	81

Г л а в а с е д м а я . Физико-химические свойства почв и их биодинамика	87
Механический состав почвообразующих пород и почв	87
Поглотительная способность почв	90
Виды поглотительной способности почвы	94
Лабораторно-практические занятия	105
I. Подготовка почвы к лабораторному анализу	105
II. Определение гидроскопической влаги в почве	106
III. Механический анализ почв	107
IV. Определение суммы обменных оснований по Кашену	115
V. Определение гидролитической кислотности (Н) по Кашену .	116
VI. Вычисление степени насыщенности почвы основаниями .	117
VII. Определение нуждаемости почвы в известковании . .	117
VIII. Определение активной кислотности (рН) водной вытяжки по Н. И. Алямовскому	118
IX. Определение обменной кислотности (рН) солевой вытяжки по Н. И. Алямовскому	119
Г л а в а в о с й м а я . Физические свойства почвы и их динамика	119
Общие физические свойства почвы	119
Водные свойства почвы	122
Воздушный режим почвы	126
Тепловые свойства почвы	127
Образование почвенной структуры	129
Лабораторно-практические занятия	132
I. Определение объемного веса почвы	132
II. Определение удельного веса твердой фазы почвы	133
III. Определение порозности, или скважности, почвы	134
IV. Определение полевой влажности почвы	134
V. Определение капиллярной влагоемкости почвы	135
VI. Определение полной влагоемкости почвы	136
VII. Определение почвенной структуры	136
Г л а в а д е в я т а я . Пищевой режим почвы	138
Элементы пищи, необходимые для роста и развития растений .	138
Почвенный раствор и его свойства	140
Вредные для растений вещества в почве и их устранение .	142
Условия плодородия почвы	142
Создание культурных почв как необходимое условие для повышения урожайности	143
Лабораторно-практические занятия	144
Анализ водной вытяжки	144
Г л а в а д е с я т а я . Почвы СССР	146
Понятие о типах почв и почвенной классификации	146
Почвенные зоны и их географическое размещение	147
Единый почвообразовательный процесс и типы почв как стадии его проявления	148
Г л а в а о д н и н д с я т а я . Почвы тундровой зоны	149
Природные условия тундры	149
Почвообразовательный процесс в тундре	152
Сельскохозяйственное освоение тундры	153
Г л а в а д в а н д с я т а я . Почвы лесо-луговой зоны	154
Природные условия почвообразования	154
Почвообразовательный процесс в лесо-луговой зоне	156
Основные типы, виды и разновидности почв лесо-луговой зоны .	162
Важнейшие мероприятия по окультуриванию дерново-подзолистых, подзолистых, дерновых и подзолисто-болотных почв	166
Развитие болотных почв	167
Сельскохозяйственное использование болотных почв и торфа . .	172
Лабораторно-практические занятия	175

I. Описание и определение почв тундровой и лесо-луговой зон	175
II. Определение подвижной Р ₂ О ₅ в почве методом Кирсанова	175
III. Определение подвижных форм калия в почве по методу И. Ф. Голубева	177
IV. Определение зольности торфа	179
Глава тринадцатая. Почвы лесостепной зоны	179
Природные условия почвообразования	179
Почвы лесостепной зоны и их характеристика	182
Глава четырнадцатая. Почвы черноземной зоны	185
Роль М. В. Ломоносова, В. В. Докучаева, П. А. Костычева в установлении генезиса черноземов	185
Природные условия развития черноземных почв	186
Образование черноземных почв, их морфологические и химические свойства	188
Сравнительная характеристика различных подтипов черноземов	190
Важнейшие мероприятия по повышению производительности черноземов	193
Лабораторно-практические занятия	194
I. Описание лесостепных и черноземных почв	194
II. Определение общего азота в почвах по методу И. Ф. Голубева	195
Глава пятнадцатая. Почвы зоны сухой степи	198
Природные условия почвообразования	198
Каштановые почвы	200
Бурые почвы	201
Глава шестнадцатая. Почвы сероземной зоны, или пустынных степей	203
Природные условия почвообразования	203
Почвы зоны пустынных степей	204
Лабораторно-практические занятия	209
Описание каштановых, бурых и сероземных почв	209
Глава семнадцатая. Солончаки, солонцы, солодий	209
Солончаки	210
Соловцы	214
Солодия	219
Песчаные области сухой степи и пустыни	221
Лабораторно-практические занятия	223
I. Описание солончаков, солонцов и солодий	223
II. Определение поглощенного натрия в солонцах и солонцеватых почвах по методу И. Ф. Голубева	223
Глава восемнадцатая. Почвы речных пойм	224
Понятие о долине и пойме реки	224
Особенности почвообразования в пойме	224
Почвы речных пойм	226
Сельскохозяйственное использование пойменных почв	228
Лабораторно-практические занятия	229
Описание пойменных почв	229
Глава девятнадцатая. Почвообразование в зоне влажных субтропиков и горных областей	230
Почвы зоны влажных субтропиков и горных областей	230
Особенности почвообразования горных областей	232
Лабораторно-практические занятия	235
Описание почв субтропиков	235
Глава двадцатая. Охрана почвы и борьба с эрозией	235
Глава двадцать первая. Методика полевого исследования почв	240
Задачи полевого исследования	240
Подготовка к почвенным исследованиям	240
Методика полевого исследования	242
Составление почвенной карты	247

Камеральная и лабораторная обработка материалов полевых почвенных исследований	249
Составление картограмм	249
Составление почвенного очерка, или объяснительной записки, к почвенной карте	252
Использование материалов исследований почв при землеустройстве и планировании производственных процессов	254

Иван Федосеевич Гаркуша.
ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ
ГЕОЛОГИИ. М.—Л., Сельхозиздат, 1963 г.
260 стр. с илл.+2 цв. вкл.

Редактор Ю. В. Алексеев.

Переплет художника Н. И. Васильева.

Художественный редактор О. П. Андреев.

Технический редактор Л. Г. Баранова.

Корректор Н. Г. Мединская.

Сдано в набор 23/IV 1963 г. Подписано к печати
21/IX 1963 г. Формат 60×90^{1/16}. Печ. л. 16,25+
+2 цв. вкл. Уч.-изд. л. 16,95. Тираж 55 000 экз.
Цена 61 коп. Заказ 334.

Сельхозиздат. Ленинград, Невской пр., 28.

Ленинградский Совет народного хозяйства. Уп-
равление целлюлозно-бумажной и полиграфиче-
ской промышленности. Типография № 1 «Печат-
ный Двор» им. А. М. Горького. Ленинград, Гаг-
чинская, 26.

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