

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский педагогический государственный университет»
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

И.М. Ващенко, М.А. Габиров

ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Учебное пособие

Рекомендовано УМО
по специальностям педагогического образования
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности
050102 (032400)

Рязань 2007

ББК 4
УДК 631.4
В23

Печатается по решению редакционно-издательского совета Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина» в соответствии с планом изданий на 2007 год.

Рецензенты:

Я.В. Костин, д-р с.-х. наук, проф. (ГСХА им. П.А. Костычева)

В.Е. Маркова, канд. с.-х. наук (Рязанский НИПТИ АПК)

В23 **Ващенко, И.М.** Основы почвоведения : учебное пособие / И.М. Ващенко, М.А. Габибов ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2007. — 156 с.

IBSN 978-5-88006-502-8

Учебное пособие разработано в соответствии с учебной программой Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина в части почвоведения. В работе даны общие представления о почвоведении для студентов высших учебных заведений по специальности «Биология». В каждой главе кратко изложены основные вопросы, охватывающие учебный материал по почвоведению. В заключение даны вопросы и пояснения по лабораторным занятиям и приведены контрольные тесты для закрепления пройденного материала.

Ключевые слова: *почвоведение, горизонт, оглеение, гранулометрический состав, коллоиды, песок, супесь, суглинок, глина.*

ББК 4

IBSN 978-5-88006-502-8

© Ващенко И.М., Габибов М.А., 2007
© Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет
имени С.А. Есенина», 2007

ВВЕДЕНИЕ

Почвоведение является широкой естественнонаучной дисциплиной. Среди наук, с которыми соприкасается почвоведение, с одной стороны, — фундаментальные науки (математика, химия), методами которых почвоведение широко пользуется в научно-исследовательских целях, с другой стороны, — естественные, сельскохозяйственные и экономические науки, с которыми почвоведение находится в тесном контакте. Наиболее тесное соприкосновение почвоведение имеет с биологией, так как существует очень большая взаимосвязь флоры и фауны с почвой.

В подготовке биологов почвоведение имеет большое практическое значение. По данному предмету студенты получают теоретические и практические знания, которые они могут использовать в научной и педагогической деятельности. Почва является основным средством производства в сельском хозяйстве и характеризуется следующими важными особенностями, которые необходимо знать новому поколению: незаменимостью, ограниченностью, перемещаемостью и плодородием. Эти особенности подчеркивают необходимость исключительно бережного отношения к почвенным ресурсам и постоянной заботы о повышении плодородия почв в связи с обострившейся экологической ситуацией.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Первые попытки обобщения знаний о почве, накопленных земледельцами, относятся к античному периоду. Так, в сочинениях древнегреческих философов Аристотеля и Теофраста встречается разделение почв на прекрасные, истощенные, бедные, бесплодные. Однако развитие почвоведения как науки началось значительно позднее.

В первой половине XIX века в Западной Европе возникло два представления о почве — *агрогеологическое* и *агрикультурхимическое*.

Сторонники агрогеологического направления (Фаллу, Берендт, Рихтгофен и др.) рассматривали почву как горную породу, образующуюся из плотных пород под влиянием выветривания. Растениям отводилась пассивная роль перехватчиков элементов питания, высвобождающихся при выветривании.

Агрикультурхимическое направление связано с работами А. Тэера, Ю. Либиха и др. Представители этого направления рассматривали почву как источник элементов питания. Тэером была высказана гипотеза о том, что растения питаются органическим веществом почвы (гумусовая теория). В 1840 году Либих в своей работе «Химия в приложении к земледелию и физиологии растений» указывал, что растения усваивают из почвы минеральные питательные вещества. Либих рассматривал почву не как природное образование, а лишь как массу вне связи с процессом ее возникновения и развития.

Агрикультурхимическое и агрогеологическое направления не создали основы для развития почвоведения как науки, почвоведение как научная дисциплина оформилась в нашей стране в конце XIX столетия благодаря трудам выдающихся русских ученых В.В. Докучаева, П.А. Костычева, Н.М. Сибирцева.

В.В. Докучаев (1846—1903) был основателем науки о почве, новой научной дисциплины — генетического почвоведения. Он впервые установил, что почва — самостоятельное при-



В.В. Докучаев

родное тело и ее формирование есть сложный процесс взаимно-

действия пяти природных факторов почвообразования: климата, рельефа, растительного и животного мира, почвообразующих пород и возраста. Он показал, что почва непрерывно изменяется во времени и пространстве.

Дальнейшее изучение В.В. Докучаевым черноземов, серых лесных почв и дерново-подзолистых почв в составе экспедиции способствовали разработке сравнительно-географического метода изучения

почв с учетом всех экологических условий и созданию первой научной естественно-исторической классификации почв.

Одновременно с развитием школы В.В. Докучаева изучение почв проводилось П.А. Костычевым, который заложил научные основы *агрономического почвоведения* и сделал ряд важных теоретических обобщений, связавших почвоведение и земледелие. П.А. Костычев подчеркивал тесную связь образования почв с жизнью растений и определял почву как «верхний слой земли до той глубины, до которой доходит главная масса растительных корней». Он про-



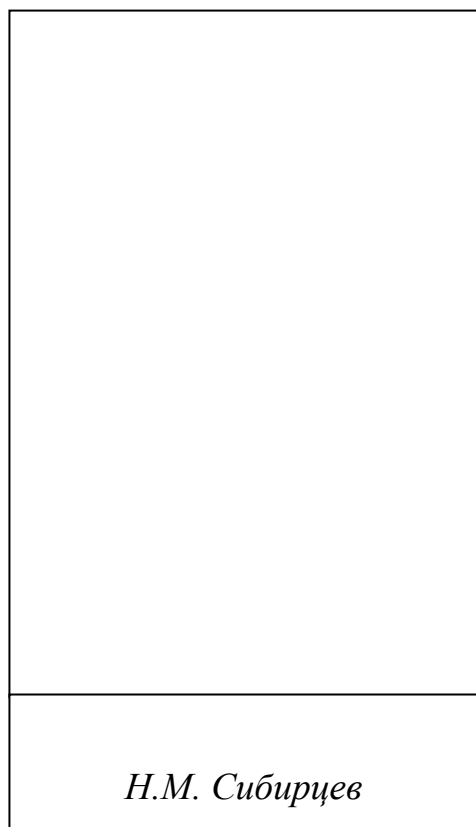
П.А. Костычев

вел большую работу по изучению разложения растительных остатков в почве и роли микроорганизмов в этом процес-

се, оказавшую значительное влияние на последующее изучение органического вещества почв. П.А. Костычев указал на важную роль водопрочной структуры в плодородии почв и на роль гумуса в ее образовании.

В.В. Докучаев создал национальную школу, яркими представителями которой стали Н.М. Сибирцев, К.Д. Глинка, С.А. Захаров, Л.И. Прасолов. Многие его непосредственные ученики — В.И. Вернадский, Ф.Ю. Левинсон-Лессинг, А.Н. Краснов — явились создателями новых наук: биогеохимии, петрографии, агролесомелиорации.

Среди трудов многочисленных учеников и последователей В.В. Докучаева выделяются работы Н.М. Сибирцева



(1860—1900), который написал первый учебник почвоведения, систематизировал и развил основы учения В.В. Докучаева о почве. Он конкретизировал определение почв, выделив на первый план взаимодействие растительности и горных пород в различных условиях климата и рельефа, разделил факторы почвообразования на биотические и абиотические, внес существенные уточнения в классификацию почв и продолжил докучаевские работы по борьбе с засухой.

Выдающаяся роль в докучаевский период принадлежит К.Д. Глинке (1867—1927). Он был руководителем почвенных исследований Главного переселенческого управления, ведущим почвоведом докучаевского почвенного комитета. Им выполнен ряд оригинальных работ по выветриванию горных пород, генезису, географии и классификации почв. К.Д. Глинкой написан фундаментальный учебник почвоведения, опубликованный в 1908 году и вышедший в шести изданиях. К.Д. Глинка заведовал кафедрами почвоведения в

Ново-Александровском, Воронежском и Петербургском сельскохозяйственных институтах. Он был одним из организаторов Почвенного института имени В.В. Докучаева.

П.С. Коссович (1862—1915) — один из основоположников изучения физических, химических и агрохимических свойств почв. В своих трудах «Курс почвоведения» (1903), «Почвообразовательные процессы как основа генетической почвенной классификации» (1910), «Основы учения о почве» (1911) он не только систематизировал сведения о почвах, но и развил оригинальные идеи по вопросам почвообразования, классификации и эволюции почв.

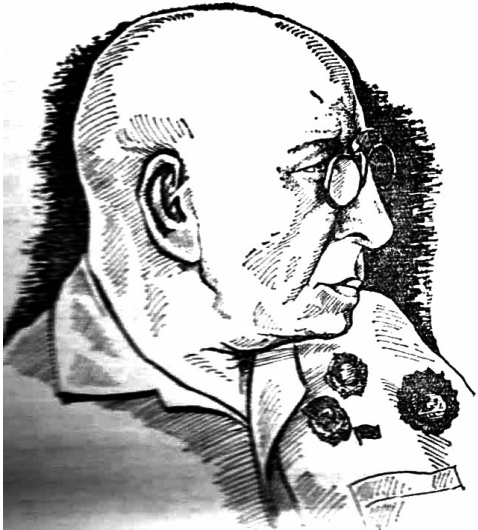
К.К. Гедройц (1872—1932) дал глубокий анализ коллоидных свойств почв и показал их значение для развития сельско-



К.К. Гедройц

хозяйственных растений, а также разработал теоретическое обоснование мероприятий по известкованию и фосфоритованию кислых почв, гипсованию солонцов и т.д. Труды К.К. Гедройца «Учение о поглотительной способности почв», «Химический анализ почв», «Солонцы и их происхождение» были важным этапом в развитии почвоведения и агрохимии и явились основой современных взглядов на физико-химическую сущность процессов почвообразования и химических приемов мелиорации почв.

В.Р. Вильямс (1863—1939) — крупнейший российский ученый-почвовед и агроном, объединивший в почвоведении генетические концепции В.В. Докучаева с почвенно-агрономическими концепциями П.А. Костычева и создавший биологическое направление в почвоведении. Он показал ведущую роль растительных формаций как природных сообществ высших зеленых растений и микроорганизмов в формировании генетического профиля почв и их плодородия.



В.Р. Вильямс

В.Р. Вильямсу, определяется как взаимодействие процессов синтеза и разложения органического вещества, протекающее в системе малого биологического круговорота веществ. Исходя из этого положения В.Р. Вильямс рассматривал почвообразование как единый по своей биологической сущности процесс, связанный с эволюцией жизни на земной поверхности и находящий свое отражение в конкретных почвах в каждую геологическую эпоху.

Большое внимание им было уделено изучению состава гумуса, теории почвообразовательных процессов (подзолистый, дерновый, болотный). Занимался изучением проблем луговодства и процессов взаимодействия луговой растительности с почвой (дерновый процесс).

I. ОБРАЗОВАНИЕ ПОЧВЫ

1. Понятие о почве и ее значение в сельскохозяйственном производстве

Согласно основоположнику генетического почвоведения В.В. Докучаеву «почва — поверхностнолежащие минерально-органические образования, которые всегда более или менее заметно окрашены... и они всегда имеют свое собственное происхождение...» («благородная ржавчина земли», по выражению В.И. Вернадского). Следовательно, *почвой называется самостоятельное природное тело, образовавшееся в результате изменения верхней части земной коры под длительным и совместным влиянием факторов окружающей среды.*

Почва играет большую роль в природе и в жизни человеческого общества. В поверхностном слое земной коры создаются условия тесного взаимодействия компонентов биосферы — атмосферы, литосферы, растительных и животных организмов. Этот относительно маломощный по сравнению с отложениями горных пород поверхностный плодородный слой суши участвует во всех важнейших современных процессах, протекающих в биосфере. С одной стороны, благодаря тому, что растения усваивают воду и питательные элементы из почвы, она является необходимым условием развития растений, с другой — сами растения служат пищей для животных и человека. Следовательно, почва как продукт жизни служит условием дальнейшего развития жизни на Земле.

Почва — основное средство сельскохозяйственного производства и объект труда. Сельское хозяйство целиком построено на ее использовании.

Наиболее важными объектами сельского хозяйства являются почва, растение и животные.

Почва снабжает растения элементами питания. Растениеводство — главная отрасль сельского хозяйства, которая до-

ставляет человеку продукты питания: хлеб, картофель, овощи, сахар, растительные жиры, крахмал и т.д.

Продукция растениеводства является также основным источником кормов для сельскохозяйственных животных, которые в свою очередь дают человеку молоко, мясо, животные жиры и другие продукты. Кроме того, растениеводство постав-ляет ценнейшее техническое сырье для перерабатывающей промышленности: волокно (хлопчатника, льна, конопли), жиры, эфирные масла и многие другие продукты.

Растущее население нашей планеты требует все большего количества продуктов сельского хозяйства, в том числе и расте-ниеводства. Задача сельскохозяйственной науки и всех смеж-ных отраслей знания состоит в том, чтобы в максимальной сте-пени обеспечить население продуктами питания за счет увели-чения производства и улучшения качества сельскохозяйствен-ной продукции.

Под сельскохозяйственными культурами на земном шаре находится более 1 млрд га площади, из них 60 % занимают зерновые хлеба, затем сахароносы, картофель, прядильные, кормовые растения. Несмотря на то, что сельскохозяйственные угодья составляют не больше 10 % поверхности суши, даль-нейшее их расширение представляет большие трудности. Основной путь увеличения сбора сельскохозяйственных про-дуктов — повышение урожайности.

Особенности сельскохозяйственного производства и роль науки в его развитии. Сельское хозяйство нашей страны развивается в сложных почвенно-климатических условиях. В степных засушливых районах, где размещена большая часть всех посевов зерновых культур, часто бывают засухи. Значи-тельная часть пашни в других районах значительно увлажнена, поэтому мелиорация служит важнейшим средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур и придает большую устойчивость всему сельскохозяйственному произ-водству.

Многолетние опыты научных учреждений позволяет по-высить урожайность сельскохозяйственных культур на основе освоения научно обоснованных систем земледелия, отвечаю-

щих конкретным почвенно-климатическим и экономическим условиям, внедрения достижений научно-технического прогресса, широкой химизации земледелия, мелиорации земель. Особенно большое значение приобретает применение на полях интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которая включает следующие основные элементы:

- размещение культур по лучшим предшественникам в освоенных севооборотах;

- создание высокого фонда плодородия почв при освоении научно обоснованной системы земледелия;

- использование высокоурожайных сортов интенсивного типа с высокими посевными кондициями, не ниже первого класса;

- сбалансированное по питательным элементам внесение удобрений на весь период вегетации растений в расчете на планируемую урожайность;

- применение системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней;

- выполнение всех технологических приемов в оптимальные агротехнические сроки и с высоким качеством при высокой технологической дисциплине и организации труда.

Связь сельскохозяйственных наук с биологическими науками. Зеленые растения — неперенное условие существования человека и животных на земле. Они активно участвуют в круговороте веществ природы, поглощая из воздуха углекислый газ и выделяя кислород, которым дышат живые существа. Растения тесно связаны с окружающей средой, так как для нормального роста и развития растений необходимы свет, тепло, вода, воздух, питательные вещества. Все факторы жизни растений равнозначны, и ни один из них не может быть заменен другим.

Тесная взаимосвязь биологических наук с сельскохозяйственными можно отметить и на питании растений, где связаны непосредственно почвоведение, биология, агрохимия, растениеводство.

Знание законов земледелия, умение их использовать в практике дают возможность неограниченного повышения уро-

жаев, но требуют разработки такой агротехники, при которой растения наилучшим образом были бы обеспечены факторами жизни. Создание оптимальных условий для развития сельскохозяйственных культур — задача теории и практики земледелия.

2. Факторы почвообразования

Основы учения о факторах почвообразования заложены В.В. Докучаевым, который установил, что почва как особое природное тело формируется в результате тесного взаимодействия следующих факторов — климата, растительности, почвообразующих пород, рельефа местности и возраста страны (времени). Сочетание факторов почвообразования — это комбинации экологических условий развития почвообразовательного процесса в почве.

Наряду с указанными пятью природными факторами почвообразования выделяется шестой — производственная деятельность человека, оказывающая как прямое, так и косвенное влияние на почвообразование и почвенный покров.

Почвообразующие породы. Горные породы, из которых формируется почва, называют *почвообразующими*, или материнскими.

Почвообразующая порода является материальной основой почвы и передает ей свой гранулометрический, минералогический и химический состав, а также физические, химические, физико-химические свойства, которые в дальнейшем изменяются в различной степени под воздействием почвообразовательного процесса.

Почвообразующие породы различаются по происхождению, составу, строению и свойствам.

Твердая оболочка Земли, или литосфера, состоит из магматических, метаморфических и осадочных пород.

Магматические, или изверженные, *породы* образовались из силикатных расплавов (магма), застывших в глубине земной коры, или из магмы, излившейся на поверхность Земли.

Метаморфические породы — вторичные массивно кристаллические породы, образовавшиеся из магматических или осадочных пород в недрах Земли в результате глубоких превращений (сланцы, гнейсы). Их значение в почвообразовании также мало. Основная поверхность земли покрыта осадочными породами.

Осадочные породы — отложения продуктов выветривания массивно кристаллических пород или остатков различных организмов. Они подразделяются на обломочные, химические осадки и биогенные. Среди осадочных пород химического и биогенного происхождения важную роль в почвообразовании играют карбонатные отложения — известняки, доломиты, мел.

Формирование почвообразующих пород связано с процессами выветривания горных пород и переотложением продуктов выветривания. *Выветривание* — совокупность сложных и разнообразных процессов количественного и качественного изменения горных пород и слагающих их минералов под воздействием атмосферы, гидросферы и биосферы.

Горизонты горных пород, где протекают процессы выветривания, называются *корой выветривания*. В ней различают две зоны: зону поверхностного выветривания и зону глубинного выветривания. Мощность коры поверхностного выветривания, в которой может протекать почвообразовательный процесс, колеблется от нескольких сантиметров до 2—10 м.

В процессе выветривания различают по преобладающему действию тех или иных факторов три формы — физическую, химическую и биологическую.

Физическое выветривание — механическое раздробление горных пород и минералов без изменения их химического состава. Выветривание начинается с поверхности, здесь возникают большие перепады суточных и сезонных температур. Физическое выветривание ускоряется при наличии воды, которая, проникая в трещины горных пород, создает капиллярное давление. Еще сильнее разрушающая сила воды при замерзании: она расширяется на $\frac{1}{10}$ своего объема и оказывает огромное давление на стенки трещин горных пород. В результате физического выветривания горная порода уже способна пропускать воздух и

воду и задерживать некоторое ее количество. Физическое выветривание, раздробляя и разрыхляя массивные породы, значительно увеличивает общую поверхность, что создает благоприятные условия для проявления химического выветривания.

Химическое выветривание — процесс химического изменения и разрушения горных пород и минералов с образованием новых минералов и соединений. Важнейшими факторами этого процесса являются вода, диоксид углерода и кислород. Вода — энергичный растворитель горных пород и минералов. Разложение минералов водой усиливается с повышением температуры и насыщением ее углекислым газом, который придает воде кислую реакцию, что увеличивает разрушающее действие на минералы. На ход химического разложения минералов влияет и температура. Повышение ее на каждые 10 °С ускоряет течение химических реакций в два раза и более. Этим следует объяснить интенсивное химическое выветривание в экваториальных областях и замедленное — в полярных. В результате химического выветривания изменяется физическое состояние минералов и разрушается их кристаллическая решетка. Порода обогащается новыми (вторичными) минералами и приобретает связность, влагоемкость, поглонительную способность и другие свойства.

Биологическое выветривание — механическое разрушение и химическое изменение горных пород и минералов под действием организмов и продуктов их жизнедеятельности. В разрушении горных пород в поверхностных слоях земли активно участвуют живые организмы, так как нет чисто безжизненных механических и химических процессов выветривания. При биологическом выветривании организмы извлекают из породы необходимые для построения своего тела минеральные вещества и аккумулируют их в поверхностных горизонтах породы, создавая условия для формирования почв. С поселением организмов на горной породе ее выветривание значительно усиливается. Корни растений и микроорганизмы выделяют во внешнюю среду углекислый газ и различные кислоты, которые оказывают разрушающее действие на минералы.

К основным почвообразующим породам относятся рыхлые осадочные породы. На них почти повсеместно развиваются

почвы. Основные осадочные породы подразделяются на элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные породы, а также на озерные, ледниковые (моренные), флювиогляциальные (водно-ледниковые), эоловые, морские отложения и покровные, лёссовидные суглинки.

Элювиальные породы, или *элювий*, — продукты выветривания коренных пород, оставшиеся на месте образования.

Делювиальными породами, или *делювием*, называются наносы, отложенные на склонах дождевыми и талыми водами.

Пролувиальными породами, или *пролювием*, называются наносы, у подножия гор в результате деятельности временных водных и селевых потоков значительной силы. Пролувий характеризуется плохой сортированностью, включением крупнообломочного материала.

Аллювиальные породы, или *аллювий*, представляют собой осадки, отложенные при разливе рек (пойменный аллювий).

Озерные отложения заполняют понижения древнего рельефа, отличаются глинистостью и слоистостью.

Ледниковые, или *моренные отложения* — продукты выветривания различных пород, перемещенные и отложенные ледником. Для морен характерны следующие особенности: несортированность, неоднородный гранулометрический состав, наличие валунов, обогащенность песчаными фракциями, красно-бурая, реже желто-бурая окраска.

Флювиогляциальные, или *водно-ледниковые отложения* связаны с деятельностью мощных ледниковых потоков. Вытекая из-под ледника, они перемещали моренный материал и переоткладывали его за краем ледника.

Эоловые отложения образуются в результате аккумулятивной деятельности ветра, которая проявляется особенно интенсивно в пустынях.

Морские отложения формируются в результате перемещения береговой линии морей. Морские отложения отличаются слоистостью, сортированностью и большой аккумуляцией солей. Встречаются на побережье северных морей, в Прикаспийской низменности и других районах.

Покровные суглинки распространены в зоне ледниковых отложений и рассматриваются как отложения мелководных приледниковых разливов талых вод. Широко представлены в центральных областях Нечерноземной зоны. Для них характерно покровное залегание на морене, откуда и произошло название. Для них характерно желто-бурая окраска с большим содержанием пылеватых фракций. По гранулометрическому составу — чаще тяжелые и средние пылеватые суглинки однородного строения с преобладанием фракций крупной пыли и ила. В связи с этим покровные суглинки во влажном состоянии сильно набухают, а при подсыхании растрескиваются на ореховатые и призматические отдельности, отличаются плотностью сложения, слабой водопроницаемостью, высокой капиллярностью. По химическому составу — преимущественно бескарбонатные. На покровных суглинках развиты подзолистые, дерново-подзолистые почвы, нередко испытывающие переувлажнение, а также серые лесные почвы.

Лёссы и лёссовидные суглинки имеют различный генезис. Их общими чертами являются палевая или буровато-палевая окраска, карбонатность, пылевато-суглинистый гранулометрический состав с преобладанием крупнопылевой фракции (0,05—0,01 мм), мучнистость, пористость, рыхлое сложение, микроагрегированность, хорошая водопроницаемость.

По химическим и водно-физическим свойствам эти породы наиболее благоприятны для развития растений. При благоприятных климатических условиях на них формируются высокоплодородные черноземные почвы, а также сероземы, каштановые, серые лесные.

Лёссы наиболее широко распространены на Украине и в Средней Азии. Лёссовидные суглинки в отличие от лёссов имеют место как во внеледниковых областях, так и в областях ледниковых отложений, среди покровных суглинков. Они широко встречаются в Республике Беларусь, в центральных областях Нечерноземной зоны (Московская, Рязанская, Смоленская и др.), в степных районах.

Роль почвообразующих пород в почвообразовании определяется тем, что они в значительной степени влияют на со-

став, свойства формирующихся из них почв. Это сказывается на скорости преобразовании минеральной массы при почвообразовании, закреплении образующихся органических веществ и т.п.

Климат как фактор почвообразования. Под атмосферным климатом понимают среднее состояние атмосферы той или иной территории, характеризуемое средними показателями метеорологических элементов и их крайними показателями, дающими представление об амплитудах колебаний в течение суток, сезона и целого года.

Для познания природы почвенных процессов важнейшее значение имеют климатические показатели, характеризующие температурные условия и увлажнение, поскольку с ними тесно связаны водно-температурный режим почв и биологические процессы.

Температура и осадки обуславливают скорость и направление процессов передвижения водорастворимых солей по профилю. При одном гидротермическом режиме преобладает вынос солей, при другом — подъем их с грунтовыми водами. Например, в районах с умеренно холодным влажным климатом происходит значительный вынос органических и минеральных соединений в нижнюю часть почвенного профиля или в грунтовые воды. В условиях же жаркого сухого климата в пониженных формах рельефа, где близко к поверхности залегают грунтовые воды, происходит подъем их, а вместе с ними и растворенных солей с последующим накоплением в верхней части профиля.

Ветер — третий элемент климата — вызывает процесс физического выветривания горных пород и ветровую эрозию почв. Под влиянием ветра происходит опесчанивание верхних горизонтов почвы, развитие каменистых и щебнистых почв. Ветер способствует также засолению почв в результате приноса солей с поверхности соленых водных бассейнов на сушу.

Многолетняя (вечная) мерзлота — четвертый элемент климата. Она задерживает влагу в профиле почвы, понижает ее температуру, резко тормозит разложение органических остат-

ков и вызывает заболачивание. Многолетняя мерзлота препятствует также вымыванию продуктов почвообразования.

Разносторонняя роль климата как фактора почвообразования состоит в следующем:

— климат — важный фактор развития биологических и биохимических процессов. Определенное сочетание температурных условий и увлажнения обуславливает тип растительности, темпы создания и разрушения органического вещества, состав и интенсивность деятельности почвенной микрофлоры и фауны;

— атмосферный климат, преломляясь через свойства и состав почвы, оказывает огромное влияние на водно-воздушный, температурный и окислительно-восстановительный режимы почвы;

— с климатическими условиями тесно связаны процессы превращения минеральных соединений в почве (направление и темп выветривания, аккумуляция продуктов почвообразования и др.);

— климат оказывает большое влияние на процессы ветровой и водной эрозии почв.

Организмы и их роль в почвообразовании. В почвообразовании участвуют три группы организмов — *зеленые растения, микроорганизмы и животные*, образующие на суше сложные биоценозы. При совместном воздействии организмов в процессе их жизнедеятельности, а также за счет продуктов их жизнедеятельности осуществляются важнейшие звенья почвообразования — синтез и разрушение органического вещества, избирательная концентрация биологически важных элементов, разрушение и новообразование минералов, миграция и аккумуляция веществ и другие явления, составляющие сущность почвообразовательного процесса и определяющие формирование главного свойства почвы — плодородия. Вместе с тем функции каждой из этих групп как почвообразователей различны.

Рельеф как фактор почвообразования. Значение рельефа в формировании почв и развитии почвенного покрова велико и разнообразно. Рельеф выступает как главный фактор перераспределения солнечной радиации и осадков в зависимости от

экспозиции и крутизны склонов и оказывает влияние на водный, тепловой, питательный, окислительно-восстановительный и солевой режимы.

Так, в горах возникает вертикальная зональность климата, растительности и почв вследствие понижения температуры воздуха с высотой и изменения в увлажнении. Воздушные массы, приближаясь к горам, медленно поднимаются и постепенно охлаждаются, что способствует выпадению осадков. Перевалив через горы, те же воздушные массы, опускаясь, нагреваются и становятся сухими.

С рельефом тесно связан уровень грунтовых вод: на возвышенных местах они находятся на большей глубине, чем в понижениях. Близкое залегание грунтовых вод на пониженных участках приводит к образованию болот, а при засоленности грунтовых вод в условиях жаркого сухого климата — к формированию солончаков.

Возраст почв. Процесс почвообразования протекает во времени. Каждый новый цикл почвообразования вносит определенные изменения в превращении органических и минеральных веществ в почвенном профиле, поэтому фактор времени имеет огромное значение в формировании и развитии почв.

Различают понятие абсолютного и относительного возраста почв. *Абсолютный возраст* — время, прошедшее с начала формирования почвы до настоящего времени. Он колеблется от нескольких лет до миллионов лет. *Относительный возраст* характеризует скорость почвообразовательного процесса, быстроту смены одной стадии развития почвы другой. Он связан с влиянием состава и свойств пород, условий рельефа на скорость и направление почвообразовательного процесса.

Производственная деятельность человека. Это специфически мощный фактор воздействия на почву (обработка, удобрения и т.п.) и на весь комплекс окружающих условий развития почвообразовательного процесса (растительность, элементы климата, гидрологию). Это фактор сознательного, направленного воздействия на почву, вызывающий изменение свойств и режимов (реакции при известковании, питательного режима при внесении удобрений и т.п.) значительно более быстрыми

темпами, чем это происходит под воздействием природного почвообразования. Производственная деятельность человека в современную эпоху становится решающим фактором почвообразования и повышения плодородия почвы на значительных пространствах земного шара.

3. Морфологические признаки почвы

При морфологическом исследовании почв отмечается в первую очередь мощность почвы и отдельных горизонтов. *Мощностью почвы* называется толщина от ее поверхности вглубь до слабо затронутой почвообразовательными процессами материнской породы. Общая мощность почвенного слоя бывает различна: от нескольких сантиметров до 250 см у черноземов.

Наиболее бросающийся в глаза морфологический признак — это окраска почвы. Окраска почвы находится в прямой зависимости от ее химического состава, условий почвообразования, влажности. Верхние горизонты окрашены гумусом. Темный цвет (серый или черный) придают гумусовые вещества и соединения марганца; светлый (белый или светло-серый) — оксиды кремния, углекислые соли кальция и магния, легкорастворимые соли, глинистые минералы и гидраты оксида алюминия. Оксиды железа в зависимости от концентрации их окрашивают горизонты в охристый, коричневый или бурый цвет.

В темном по цвету гумусовом горизонте преобладают гуминовые кислоты, в светлом подзолистом — фульвокислоты.

Немаловажную роль на выраженность других морфологических признаков почвы имеет влажность почвы. Например, влажная почва имеет более темный цвет, чем сухая. При одинаковом содержании влаги в почве песчаные (легкие) горизонты будут казаться влажнее глинистых (тяжелых).

При полевых исследованиях следует различать пять степеней влажности почв:

— *сухая почва* пылит, присутствие влаги в ней на ощупь не ощущается, не холодит руку; влажность почвы близка к гигроскопической (влажность в воздушно-сухом состоянии);

— *влажноватая почва* холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет;

— *во влажной почве* явно ощущается влага; почва увлажняет фильтровальную бумагу, при подсыхании значительно светлеет и сохраняет форму, приданную почве при сжатии рукой;

— *сырая почва* при сжимании в руке превращается в тестообразную массу, а вода смачивает руку, но не сочится между пальцами;

— *из мокрой почвы* при сжимании ее в руке выделяется вода, которая сочится между пальцами; почвенная масса обнаруживает текучесть.

Степень влажности почвы оказывает влияние на структуру. *Структурой почвы* называют совокупность агрегатов различной величины и формы. Форма, размер и качественный состав структурных отдельностей в разных почвах, а также в одной почве, но в разных ее горизонтах неодинаковы.

Различают три основных типа структуры (рис. 1):

— *кубовидная* — структурные отдельности равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям;

— *призмовидная* — структурные отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси;

— *плитовидная* — структурные отдельности развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении.

В свою очередь каждый тип структуры почвы подразделяется на род и вид в зависимости от характера ребер, граней и размера на более мелкие единицы. В зависимости от размера агрегатов структуру подразделяют на следующие группы:

— *глыбистая* — больше 10 мм;

— *макроструктура* — 10—0,25 мм;

— *грубая микроструктура* — 0,25—0,01 мм;

— *тонкая микроструктура* — меньше 0,01 мм.

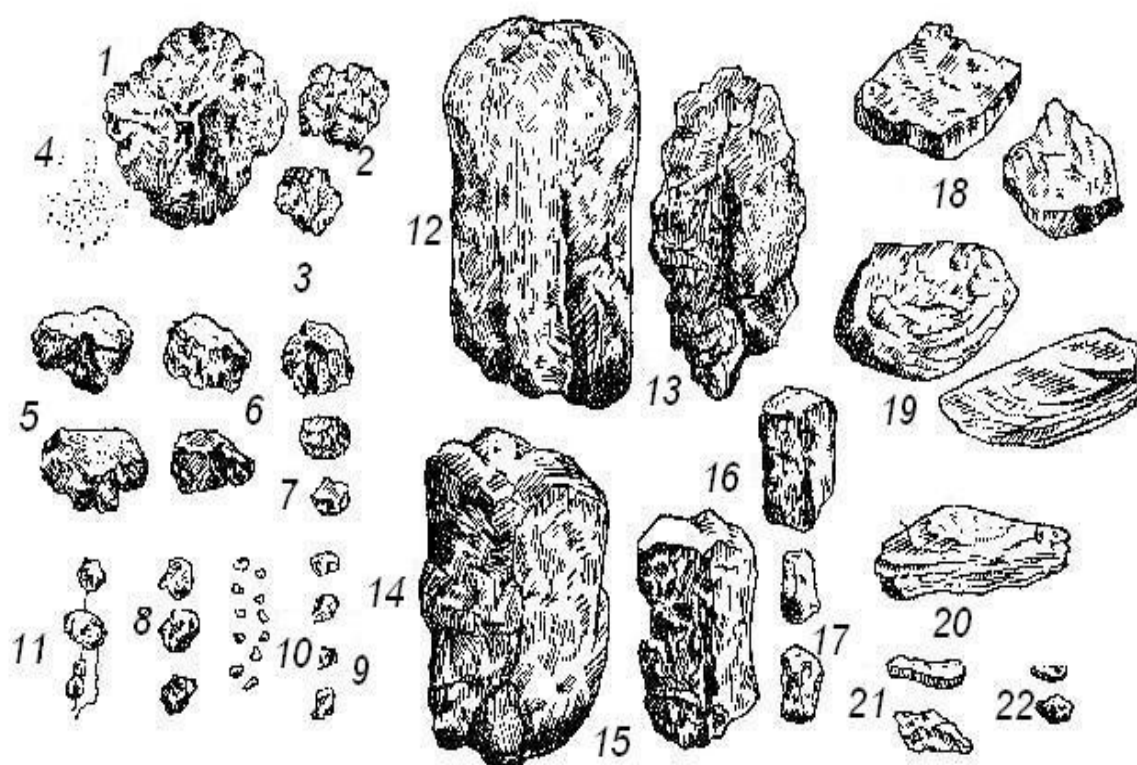


Рис. 1. Главнейшие виды почвенной структуры (по С.А. Захарову):

I тип: 1 — крупнокомковатая; 2 — среднекомковатая; 3 — мелкокомковатая; 4 — пылеватая; 5 — крупноореховатая; 6 — ореховатая; 7 — мелкоореховатая; 8 — крупнозернистая; 9 — зернистая; 10 — порошистая; 11 — «бусы» из зерен почвы

II тип: 12 — столбчатая; 13 — столбовидная; 14 — крупнопризматическая; 15 — призматическая; 16 — мелкопризматическая; 17 — тонкопризматическая

III тип: 18 — сланцеватая; 19 — пластинчатая; 20 — листоватая; 21 — грубочешуйчатая; 22 — мелкочешуйчатая.

Каждому типу почв и каждому генетическому горизонту свойственны определенные типы почвенных структур. Для гумусовых горизонтов, например, характерна зернистая, комковато-зернистая, порошисто-комковатая структура; для элювиальных горизонтов — плитчатая, листоватая, чешуйчатая, пластинчатая; для иллювиальных — столбчатая, призматическая, ореховатая, глыбистая и т.д. (табл. 1).

Таблица 1

Классификация структурных отдельностей почв (С.А. Захаров)

Тип 1. Кубовидная				
Род	Вид	Размеры в см		
Грани и ребра выражены плохо, агрегаты большей частью сложны и неправильной формы: 1. Глыбистая 2. Комковатая 3. Пылеватая Грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы: 4. Ореховатая 5. Зернистая	Крупноглыбистая Мелкоглыбистая Крупнокомковатая Комковатая Мелкокомковатая Пылеватая Крупноореховатая Ореховатая Мелкоореховатая Крупнозернистая Зернистая Мелкозернистая	Ребро куба >10 см 10—5 см 5—3 см 3—1 см 1—0,5 см <0,5 см >10 мм 10—7 мм 7—5 мм 5—3 мм 3—1 мм 1—0,5 мм		
		Тип 2. Призмовидная		
		Грани и ребра плохо выражены, неправильной формы с неровными ребрами: 1. Столбовидная Грани и ребра хорошо выражены: 2. Столбчатая — правильная форма, с выраженными гладкими боковыми вертикальными гранями, с округлым верхним основанием и плоским — нижним 3. Призматическая — с ровными, глянцеватыми поверхностями, с острыми ребрами	Крупностолбовидная Столбовидная Мелкостолбовидная Крупностолбчатая Столбчатая Мелкостолбчатая Крупнопризматическая Призматическая Мелкопризматическая Карандашная — при длине отдельных >5 см	Диаметр >5 см 5—3 см <3 см

Окончание таблицы

Тип 3. Плитовидная		
1. Плитчатая — слоеватая с развитыми горизонтальными плоскостями и разного характера поверхностями	Сланцеватая Плитчатая Пластинчатая Листоватая Скорлуповатая	Толщина >5 мм 5—3 мм 3—1 мм < 1 мм > 3 мм
2. Чешуйчатая — со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми ребрами	Грубочешуйчатая Мелкочешуйчатая	3—1 мм < 1 мм

В полевых условиях структуру определяют путем выреза из передней стенки небольшого образца почвы и подбрасыванием его на лопате или ладони до тех пор, пока он не распадается на структурные отдельности. Если структура не однородна, то для ее характеристики пользуются двойными названиями (комковато-зернистая, ореховато-призматическая и т.д.).

В результате почвообразовательных процессов плотные горные породы превращаются в рыхлую массу, состоящую из частиц различного размера, которые называются *механическими элементами*. Под *гранулометрическим составом* почвы подразумевается соотношение в почве частиц различного размера.

В зависимости от содержания и соотношения различных механических элементов, в частности от соотношения физического песка и физической глины устанавливается разновидность почвы по гранулометрическому составу (табл. 2).

Песчаные, супесчаные и легкосуглинистые почвы обрабатываются легче сельскохозяйственными орудиями, поэтому их называют легкими почвами, а глинистые, тяжело- и среднесуглинистые — труднее, их называют тяжелыми почвами. Легкие почвы быстрее прогреваются весной, и их называют теплыми,

а тяжелые почвы — холодными, так как они дольше прогреваются.

Таблица 2

Классификация почв по гранулометрическому составу
(сокращенная шкала Н.А. Качинского)

Основное название почвы по гранулометрическому составу	Содержание (в %) физической глины (частиц < 0,01 мм)	
	Подзолистый тип	Степной тип
Песчаная:		
рыхлая	0—5	0—5
связная	5—10	5—10
Супесчаная	10—20	10—20
Суглинистая:		
легкосуглинистая	20—30	20—30
среднесуглинистая	30—40	30—45
тяжелосуглинистая	40—50	45—60
Глинистая:		
легкоглинистая	50—65	60—75
среднеглинистая	65—80	75—85
тяжелоглинистая	> 80	> 85

В полевых условиях гранулометрический состав почв определяют приблизительно по внешним признакам и на ощупь. Для более точного его установления применяют лабораторные методы, позволяющие находить количество всех групп механических элементов, слагающих почву. В полевых условиях определяют сухим и мокрым способом.

Сухой метод. Сухой комочек почвы испытывают на ощупь, кладут на ладонь и тщательно растирают между пальцами. При необходимости плотные агрегаты раздавливают в

ступке. Гранулометрический состав почвы определяется по ощущению при растирании, состоянию сухой почвы, по количеству песка.

Глинистые почвы в сухом состоянии с большим трудом растираются между пальцами, так как агрегаты очень плотные. В растертом состоянии ощущается однородный порошок.

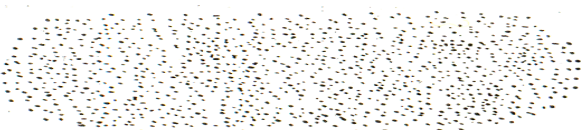
Суглинистые почвы при растирании дают тонкий порошок, в котором прощупывается некоторое количество песчаных частиц.

Супесчаные почвы легко растираются между пальцами. Комочки слабые, легко раздавливаются. В растертом состоянии явно преобладают песчаные частицы, заметные на глаз.

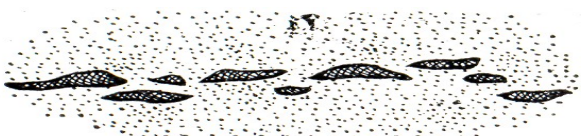
Песчаные почвы состоят только из песчаных зерен с небольшой примесью пылеватых и глинистых частиц. Почва бесструктурна, не обладает связностью, сыпучая.

Мокрый метод. Наиболее точно гранулометрический состав можно определить мокрым способом. Образец растертой почвы увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния, при котором почвы обладают наибольшей пластичностью.

При определении гранулометрического состава карбонатных почв применяют вместо воды 10 %-ную HCl с целью разрушения водопрочных агрегатов. Из подготовленной почвы на ладони скатывают шарик и пробуют раскатать его в шнур толщиной около 3 мм, затем свернуть в кольцо диаметром 2—3 см. В зависимости от гранулометрического состава показатели «мокрого» метода будут различны.



Песок — шнур не образуется



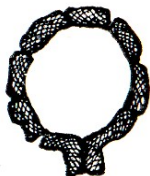
Супесь — зачатки шнура



Легкий суглинок — шнур дробится при раскатывании



Средний суглинок — шнур сплошной, кольцо при свертывании распадается



Тяжелый суглинок — шнур сплошной, кольцо с трещинами



Глина — шнур сплошной, кольцо стойкое

Внешнее выражение плотности и пористости почвы — это ее сложение. Под *сложением* понимают степень плотности, пористости и трещиноватости почвы. Сложение горизонтов почвы показывает, насколько плотно прилегают друг к другу твердые частицы почвы. В зависимости от этого сложение почвы бывает:

— *очень плотное* — почва почти не поддается лопате, черта от лопаты или ножа блестящая и узкая, комок почвы нельзя разломить руками;

— *плотное* — лопата или нож входят в почву с трудом, при большом усилии, черта от лопаты или ножа шероховатая, комок с трудом разламывается руками;

— *плотноватое* — лопата или нож входят в почву свободно, черта от ножа широкая, комки легко разламываются руками;

— *рыхлое* — лопата легко входит в почву, последняя свободно распадается на структурные элементы;

— *рассыпчатое* — почва лишена связности или цементация частиц настолько слаба, что комок легко распадается.

В процессе полевого описания генетических горизонтов почвы следует обратить внимание на имеющиеся в них включения и новообразования, так как они дают некоторое представление о характере и направлении почвообразовательного процесса.

Новообразованиями называют такие соединения, которые появляются в почве в результате почвообразовательного процесса. Новообразования — это скопления химических соединений (карбонаты кальция и магния, гипс, гидроокись железа и алюминия, закисные формы железа, кремнезема и гумуса) и биологических (ходами червей, кротовин, корней).

Включения — это такие соединения, которые не являются следствием почвообразовательного процесса. Наиболее распространенные включения — остатки горных пород в виде валунов, гальки, гравия, обломки известковых пород, кости животных.

Включения иногда играют существенную роль в почвообразовании и плодородии почв: известковая щебенка, например, в условиях таежно-лесной зоны тормозит подзолообразовательный процесс.

Строение почвенного профиля. Процессы превращения и перемещения веществ, совершающиеся в почвообразующей породе, вызывают расчленение ее верхней части на отдельные, генетически связанные между собой горизонты. *Генетическими* они называются потому, что образуются в результате развития или генезиса почв. Каждый из них обладает определенными внешними признаками.

Совокупность генетических горизонтов, идущих от поверхности почвы до нетронутой почвообразованием материнской породы и последовательно сменяющих один другого, называется *почвенным профилем*.

Под строением почвенного профиля понимают внешний облик, обусловленный определенной сменой горизонтов в вертикальном направлении. Каждый тип почв имеет свое строение и чередование горизонтов. В.В. Докучаев выделил в строении почвы три основных горизонта: *перегнойно-аккумулятивный*

(горизонт **A**), *переходный* (горизонт **B**) и *материнская порода* (горизонт **C**). В почвах выделяют следующие основные горизонты, обозначаемые начальными буквами латинского алфавита с цифровыми или буквенными индексами:

A_o — лесная подстилка или сфагновый очес (**O_ч**);

A_d — дернина или степной войлок;

A_{пах} — пахотный горизонт;

A — гумусово-аккумулятивный;

A₁ — гумусово-элювиальный;

A₂ — элювиально-подзолистый;

B — иллювиальный и переходный;

C — материнская порода;

D — подстилающая порода.

Помимо данных горизонтов на определенных типах почв встречаются глеевый горизонт (**G**) и органогенный торфяной горизонт (**T**).

A_o — самая верхняя часть почвенного профиля — лесная подстилка, дернина или степной войлок, состоящий из полуразложившихся и неразложившихся продуктов лесного опада и остатков различной травянистой растительности.

Горизонт аккумуляции органических веществ (**A**) формируется в верхней части профиля за счет отмирающей биомассы зеленых растений. Мощность гумусового горизонта колеблется от нескольких сантиметров до 1,5 м и более. В зависимости от характера выделяют: **A** — гумусово-аккумулятивный, образующийся в верхней части минеральной толщи почвы, в котором не выражены морфологически процессы разрушения и выщелачивания минеральных веществ; **A₁** — гумусово-элювиальный — верхний горизонт профиля с морфологически или аналитически выраженными процессами разрушения и выщелачивания минеральных веществ.

Горизонты **A** и **A₁** наиболее темной окраски по сравнению с другими горизонтами, в них накапливается наибольшее количество органического вещества (гумуса) и элементов питания. У черноземов данный горизонт имеет почти черную окраску, у серых лесных почв — от светло-серой до темно-серой, у каштановых — серо-коричневую. У дерново-подзолистых почв горизонт сероватый с белесым оттенком.

На распаханых полях горизонты A_0 , A_1 и частично A_2 вовлекаются в обработку, смешиваются и вместо них появляется горизонт $A_{пах}$ (пахотный слой), мощность которого зависит от глубины вспашки.

Элювиальный горизонт (A_2) образуется в процессе интенсивного разрушения минеральной части почвы и вымывания продуктов разрушения в нижележащие горизонты. Он окрашен в наиболее светлые тона и в различных почвах получает различные названия (подзолистый — в подзолистых и дерново-подзолистых, осолоделый — в солодах). При сильной выраженности подзолообразовательного процесса горизонт становится белесым. В зависимости от мощности горизонта A_2 подзолистые почвы делят на слабоподзолистые ($A_2 < 5$ см), среднеподзолистые (A_2 — от 5 до 15 см), сильноподзолистые (A_2 — от 15 до 25 см) и подзолы ($A_2 > 25$ см). Иногда он развивается в пределах нижней части горизонта A_1 , где образуется A_1A_2 ; может формироваться в верхней части нижележащего горизонта B в виде A_2B .

В подзолистых почвах горизонт A_2 может следовать непосредственно за лесной подстилкой (A_0). Если верхний горизонт состоит из торфа, он обозначается буквой T . В степных почвах (черноземах, каштановых) этот горизонт отсутствует.

Иллювиальный, или переходный, горизонт (B) формируется под элювиальным или гумусовым горизонтом и служит переходом к материнской породе. Он отличается от верхнего горизонта меньшим количеством перегноя, а также тем, что в нем накапливаются полуторфные окислы и минеральные соли, вымываемые из верхних горизонтов; в нем идет также новообразование минеральных соединений путем изменения самой материнской породы. Обычно горизонт B красно-бурой окраски и имеет различную структуру: ореховатую (в подзолистых и серых лесных почвах), комковатую (в черноземах), столбчатую (в солонцах) и т.д.

В почвах с элювиальным горизонтом формируется иллювиальный горизонт, в который вмываются и где частично накапливаются различные продукты почвообразования. Различают следующие виды иллювиального горизонта: B_{fe} — вымывание железистых веществ, B_h — гумусовых веществ, B_k — кар-

бонатов, B_s — сульфатов и хлоридов, B_i — тонких (илистых) частиц почвы. В почвах, где не перемещается минеральная алюмосиликатная основа (черноземы, каштановые почвы), горизонт **B** не иллювиальный, а переходный от гумусово-аккумулятивного к породе. Он часто расчленяется на подгоризонты B_1 , B_2 в зависимости от внешних признаков (цвета, структуры, сложения): подгоризонт B_1 — с преобладанием гумусовой окраски, B_2 — более слабой и неравномерной гумусовой окраски и гумусовых затеков.

Глеевый горизонт (**G**) образуется в гидроморфных почвах. Вследствие длительного или постоянного избыточного увлажнения и недостатка свободного кислорода в почве идут анаэробно-восстановительные процессы, что приводит к возникновению закисных соединений железа и марганца, подвижных форм алюминия, дезагрегированию почвы и формированию глеевого горизонта. Если признаки глеевого процесса проявляются и в других горизонтах, то к их буквенному обозначению добавляют букву «g», например A_{2g} , B_g и т.д.

Основные характерные черты придают горизонту сизую, серовато-голубую или грязно-зеленую окраску, наличие ржавых и охристых пятен, слитость, вязкость и т.д.

Ниже располагается порода, из которой образовалась данная почва. Материнская (почвообразующая) горная порода (**C**) представляет собой породу, слабозатронутую почвообразовательными процессами. Мощность его различна. В нем часто встречаются включения в виде галек, валунов, известковых отложений и т.д.

Если в пределах почвенного профиля одна материнская порода сменяется другой (например, песок сменяется глиной или наоборот), то мы отмечаем, что такая почва образовалась на двучленном или многочленном наносе. Если смена породы происходит глубже нижней границы почвенного профиля, то ее выделяют в самостоятельный горизонт, обозначаемый буквой **D**. Этот горизонт называют *подстилающим*, а породу — подстилающей.

Подстилающую породу (**D**) выделяют в том случае, когда почвенные горизонты образовались на одной породе, а ниже лежит порода с другими свойствами. В отличие от материнской

подстилаящая порода не затронута почвообразовательными процессами (за исключением случаев, когда она располагается близко к поверхности).

II. СОСТАВ ПОЧВЫ

1. Минералогический и гранулометрический состав почв и почвообразующих пород

Почва представляет собой сложное природное тело и состоит из твердой, жидкой и газообразной фаз, которые находятся между собой в тесном взаимодействии.

Газовая фаза, или *почвенный воздух*, отличается от атмосферного повышенным содержанием диоксида углерода (в среднем около 1 %, иногда 2—3 % и более) и пониженным содержанием кислорода. Состав почвенного воздуха зависит от интенсивности газообмена между почвой и атмосферой. Образование диоксида углерода в почве происходит в результате разложения органического вещества микроорганизмами и дыхания корней. Образующийся диоксид углерода частично выделяется в атмосферу, улучшая воздушное питание растений, а частично растворяется в почвенной влаге, образуя угольную кислоту ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{CO}_3$). Последняя вызывает подкисление раствора, в результате чего усиливается растворение и перевод в усвояемую для растений форму содержащихся в почве нерастворимых минеральных соединений P, K, Ca, Mg и др.

При избыточном увлажнении почвы и плохой аэрации содержание диоксида углерода в почвенном воздухе повышается, а количество кислорода снижается до 8—12 % и менее, что отрицательно сказывается на развитии растений и микроорганизмов.

Жидкая фаза, или *почвенный раствор* — наиболее подвижная и активная часть почвы. Он является непосредственным источником воды и питательных веществ для растений. Состав и концентрация его изменяется в результате разнообразных биологических, химических и физико-химических процессов. Между жидкой, газообразной и твердой фазами почвы постоянно устанавливается подвижное (динамическое) равновесие. Поступление солей в почвенный раствор зависит от хода процессов выветривания и разрушения минералов, разложения

органического вещества в почве, внесения органических и минеральных удобрений.

Концентрация почвенного раствора незасоленных почв невелика и колеблется от десятых долей грамма до нескольких граммов веществ на литр. В засоленных почвах содержание растворенных веществ достигает десятков, а иногда и сотен граммов на литр.

Избыток водорастворимых солей в почве (более 0,2 %, или 2 г на 1 кг почвы) вредно действует на растения, а при содержании их 0,3—0,5 % растения погибают.

В почвенном растворе содержатся не только минеральные, но и органические вещества, органо-минеральные соединения, а также растворенные газы (диоксид углерод, кислород, аммиак и др.). В составе почвенного раствора могут находиться различные анионы и катионы. Наиболее важное значение для питания растений имеет присутствие в почвенном растворе ионов K, Ca, Mg, NH_4 , NO_3 , SO_4 и H_2PO_4 и постоянное их пополнение. Железо и алюминий содержатся в почвенном растворе в основном в виде устойчивых комплексов с органическими веществами, а в кислых почвах — в виде катионов и гидратов полуторных окислов в коллоидно-растворимой форме.

Твердая фаза почвы состоит из минеральной и органической частей, которые являются основными источниками питательных веществ для растений. Около половины твердой фазы приходится на кислород, одна треть — на кремний, свыше 10 % — на алюминий и железо и лишь 7 % составляют остальные элементы (углерод, кальций, калий, натрий, магний, азот и т.д.).

Азот практически полностью содержится в органической части почвы, углерод, фосфор, сера, кислород и водород — как в минеральной, так и в органической части.

Минеральная часть почвы составляет 90—99 % массы твердой фазы почв и имеет сложный минералогический и химический состав. Он состоит из первичных и вторичных минералов.

Первичные минералы представлены преимущественно частицами больше 0,001 мм, вторичные — меньше 0,001 мм. В большинстве почв первичные минералы преобладают по массе над вторичными, за исключением ферралитных почв, в которых первичных минералов часто меньше, чем вторичных.

Из первичных минералов наиболее распространены кварц, слюды, полевые шпаты, а вторичные минералы представлены глинистыми минералами (монтмориллонитом, каолинитом), солями кислородных кислот (кальцит, магнезит, доломит, гипс и др.).

Наиболее распространен в породе и в почве первичный силикатный минерал кварц (SiO_2 , двуокись кремния). Содержание его во всех почвах превышает 60 %, а в легких песчаных почвах достигает 90 % и более. Кварц характеризуется большой механической прочностью и устойчивостью к химическому выветриванию, он не участвует в химических реакциях в почве.

Из первичных алюмосиликатных минералов в почве широко распространены калиевые и натриево-калиевые полевые шпаты, в меньшей степени — калийная и железисто-магнезиальные слюды. Они составляют основную массу магматических пород. Поскольку первичные минералы обладают различной устойчивостью к выветриванию, относительное содержание их в почвообразующих породах и почвах иное, чем в магматических породах. Постепенно разрушаясь, эти минералы служат источником калия, кальция, магния и железа для растений.

Первичные минералы — кварц, шпаты и слюды — обычно присутствуют в почве в виде частиц песка и пыли.

Значение первичных минералов разносторонне: от их количества (особенно крупнозернистых фракций) зависят агрофизические свойства почв, они являются резервным источником зольных элементов питания растений, а также образования вторичных минералов.

Вторичные минералы образуются при изменении полевых шпатов и слюд в процессе выветривания и почвообразования. Они находятся в почве главным образом в виде мелкодисперсионных илистых и коллоидных частиц и обладают большой суммарной поверхностью и поглотительной способностью. Среди вторичных минералов различают минералы простых солей, минералы гидроокисей и окисей, глинистые минералы.

К минералам простых солей относятся кальцит CaCO_3 , магнезит MgCO_3 , доломит $(\text{Ca}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$, сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$,

фосфаты, нитраты и другие. Эти минералы способны накапливаться в почвах в больших количествах в условиях жаркого климата.

Минералы гидроокисей и окисей — это гидроокиси кремния, алюминия, железа, марганца, образующиеся в аморфной форме при выветривании первичных минералов в виде гидратированных (процесс присоединения частиц воды к частицам минералов) высокомолекулярных гелей и постепенно подвергающиеся дегидратации и кристаллизации с образованием окисей и гидроокисей кристаллической структуры. Кристаллизации способствуют высокая температура, замерзание, высушивание, окислительные условия почвы.

К наиболее распространенным глинистым минералам относятся минералы группы монтмориллонита, каолинита, гидрослюда, хлоритов и др. Эти минералы входят в состав природных глин, в связи с чем они и получили название *глинистых минералов*. Глинистым минералам присущи общие свойства: слоистое кристаллическое строение, высокая дисперсность, наличие химически связанной воды. Однако каждая группа минералов имеет специфические свойства и значение в плодородии.

В почве постоянно протекают процессы превращения труднорастворимых соединений в легкорастворимые и, следовательно, более доступные растениям. Одновременно происходят и обратные процессы.

Различные механические фракции почвы имеют неодинаковый минералогический и химический состав, отличаются по содержанию элементов питания. Более крупные частицы почвы — песчаные и пылеватые — состоят в основном из кварца, поэтому характеризуются высоким содержанием кремния, но меньшим — алюминия, железа, а также кальция, магния, калия, фосфора и других элементов.

В состав мелкодисперсионной коллоидной и илистой фракции входят преимущественно первичные и вторичные алюмосиликатные минералы, поэтому в ней больше содержится основных элементов питания растений. В связи с этим более тяжелые глинистые и суглинистые почвы богаче элементами питания, чем песчаные и супесчаные.

Гранулометрический состав почв и почвообразующих пород.

Гранулометрическим составом почвы называется относительное содержание в ней элементарных частиц различного размера. Сами частицы называются механическими элементами и по величине подразделяются на основные фракции (по Н.А. Качинскому). В зависимости от размера фракции подразделяются на камни (> 3 мм), гравий ($3—1$ мм), песок ($1—0,05$) — крупный ($1—0,5$), средний ($0,5—0,25$), мелкий ($0,25—0,05$), пыль ($0,05—0,001$) — крупная ($0,05—0,01$), средняя ($0,01—0,005$), мелкая ($0,005—0,001$), ил ($0,001—0,0005$), коллоиды ($<0,0001$).

По происхождению механические элементы различают минеральные, органические и органо-минеральные частицы. Они представляют собой обломки горных пород, отдельные минералы (первичные и вторичные), гумусовые вещества, продукты взаимодействия органических и минеральных веществ.

Механические элементы находятся в почве, или породе, и в свободном состоянии (например, в песке), и в агрегатном, когда они соединены в структурные отдельности — агрегаты различной формы, размеров и прочности. Крупные агрегаты могут разрушаться на механические элементы и более мелкие агрегаты при механическом усилии или при размокании в воде.

Способность почвы распадаться на агрегаты называется *структурностью*, а совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава называется *почвенной структурой*.

В песчаных и супесчаных почвах механические элементы обычно находятся в раздельно-частичном состоянии. Суглинистые и глинистые почвы могут быть структурными и бесструктурными или малоструктурными.

Качественная оценка структуры определяется ее размером, пористостью, механической прочностью и водопрочностью. Наиболее агрономически ценны макроагрегаты размером $0,25—10$ мм, обладающие высокой пористостью ($>45\%$), механической прочностью и водопрочностью. Структурной считается почва, содержащая более 55% водопрочных агрегатов размером $0,25—10$ мм.

Устойчивость структуры к механическому воздействию (связность) и способность не разрушаться при увлажнении (водопрочность) определяют сохранение почвой благоприятного сложения при многократных обработках и увлажнении. При отсутствии этих качеств структурные отдельности быстро разрушаются при обработке и выпадении дождей или орошении, и почва становится бесструктурной. Во влажном состоянии такая почва заплывает, при подсыхании образует корку.

Однако не всякая водопрочная структура агрономически ценная. Важно, чтобы водопрочные агрегаты имели рыхлую упаковку, были пористые и обладали способностью легко воспринимать воду, чтобы в их поры легко проникали корневые волоски и микроорганизмы. Немаловажное значение имеет насыщенность почвы различными катионами.

Для классификационных целей почвенные частицы объединяют в две фракции: *фракцию «физического песка»* (все частицы крупнее 0,01 мм) и *фракцию «физической глины»* (все частицы мельче 0,01 мм).

Скелетной частью почвы называются все частицы крупнее 1 мм, а меньше 1 мм — *мелкоземом*.

В зависимости от соотношения частиц разных фракций выделяют почвы различного гранулометрического состава. В основу классификации положено содержание в почве физической глины и физического песка. В зависимости от содержания физической глины и физического песка выделяют песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые почвы.

2. Почвенные коллоиды как носители сорбционных свойств почвы

Сорбцией называется поглощение твердыми телами и жидкостями газов, паров и растворенных веществ. О существовании сорбционных свойств почвы, проявляющихся в поглощении газов, паров воды или растворенных веществ твердой фазой почвы известно было давно. Современные представления о сорбционных процессах в почве связаны с работами К.К. Гедройца, Г. Вигнера, А.Н. Соколовского, Н.И. Горбунова и др.

Почва — сложная полидисперсионная система, состоящая из частиц различной величины, формирующаяся из горной породы в результате почвообразовательного процесса. *Почвенные коллоиды* представлены частицами, диаметр которых менее 0,0001 мм. Их количество в почве различно — 1—2 до 30—40 % к массе почвы. Однако даже при незначительном содержании в почве частиц коллоидного размера именно они являются главными носителями сорбционных процессов в почве. Причины этого: 1) почвенные коллоиды даже при незначительном содержании представляют основную долю общей поверхности твердой фазы почвы; 2) физическая и химическая природа поверхностей почвенных коллоидов благоприятствует протеканию на них разнообразных сорбционных процессов.

Природа поверхностей почвенных коллоидов зависит от состава и строения. Коллоидные частицы (мицеллы) имеют определенное строение (рис. 2). Внутренняя часть состоит из ядра, представляющего собой массу недиссоциированных молекул данного вещества. К ядру примыкает внутренний (потенциалопределяющий) слой, состоящий из ионов, несущих электрический заряд. Этот слой неподвижен, так как его ионы прочно связаны с ядром. Ядро вместе с внутренним слоем образует гранулу. За этим слоем следует слой компенсирующих ионов. Он также состоит из ионов, но со знаком заряда, противоположным заряду ионов внутреннего слоя. Часть ионов слоя компенсирующих ионов неподвижна и образует неподвижный слой компенсирующих ионов. Другая же часть ионов слоя компенсирующих ионов отходит от внутреннего слоя на значительное расстояние, образует диффузный слой и теряет с ионами внутреннего слоя связь. Поэтому между зарядами слоя потенциалопределяющих ионов и слоя компенсирующих ионов создается определенная разность потенциалов, называемая *дзета-потенциалом*. Так как сумма зарядов ионов потенциалопределяющего слоя выше суммы зарядов ионов слоя компенсирующих ионов, знак заряда коллоидной частицы определяется потенциалопределяющим слоем. Если во внутреннем слое находятся анионы, коллоидная частица заряжена отрицательно и называется *ацидоидом*. Если же внутренний слой состоит из катионов, то частица заряжена положительно и называется *базои-*

дом. Некоторые коллоиды способны менять знак заряда в зависимости от реакции среды и называются *амфолитоидами*. Часть коллоидов может быть окружена водной оболочкой (*гидрофильные коллоиды*), другие коллоиды (*гидрофобные*) лишены этой оболочки. Коллоиды в почве представлены минеральными, органическими и органо-минеральными соединениями.

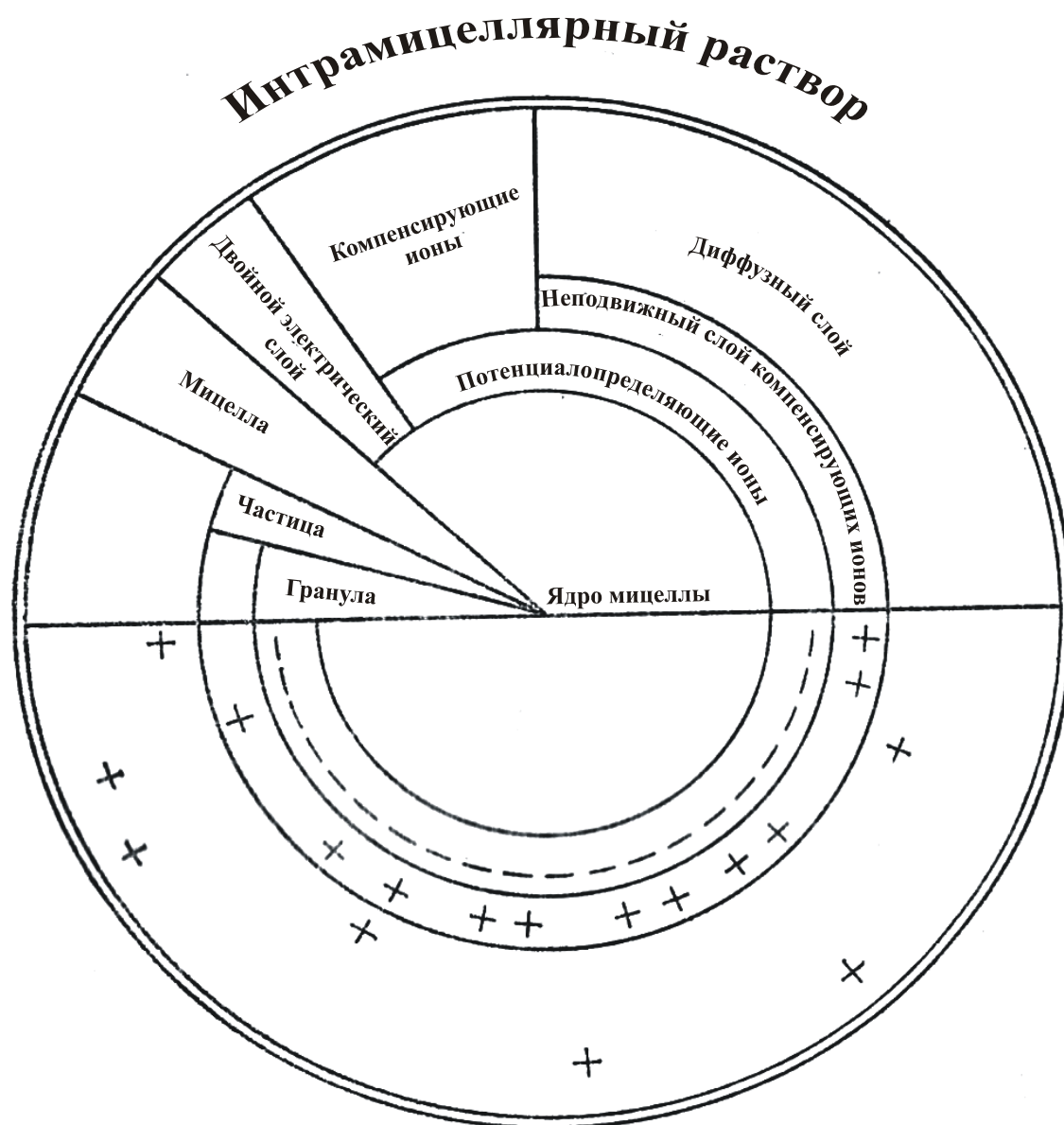


Рис. 2. Схема мицеллы (по Н.И. Горбунову)

К минеральным коллоидам относят глинистые минералы, коллоидные формы кремниевой кислоты, оксиды железа и алюминия. Наиболее часто встречаются глинистые минера-

лы — каолинит, монтмориллонит, иллит и некоторые другие. Все они имеют сложный химический состав и представляют собой алюмо- и железосиликаты. Глинистые минералы заряжены отрицательно. Во внутреннем слое их находятся группы OH^- , PO_4^{3-} , во внешнем — катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ и т.д. По отношению к катионам некоторые глинистые минералы обладают значительной емкостью поглощения: у монтмориллонита она равна 60—150 мг-экв, а у каолинита — 3—15 мг-экв на 100 г почвы.

Благодаря наличию отрицательного заряда глины способны к обменному поглощению катионов, количественной мерой которого является *емкость катионного обмена* (ЕКО) — максимальное количество катионов, удерживаемое почвой в обменном состоянии. Измеряется в мг-экв. на 100 г вещества.

Кремниевая кислота также заряжена отрицательно. Во внутреннем слое ее находятся группы SiO_3 , во внешнем — катионы H^+ .

Третья группа минеральных коллоидов — оксиды железа и алюминия. Они могут менять знак заряда: в кислой и нейтральной среде заряжены положительно, в щелочной — отрицательно.

Таким образом, главная масса минеральных коллоидов имеет отрицательный заряд и обладает определенной емкостью поглощения по отношению к катионам.

Органические коллоиды представлены в почве преимущественно гумусовыми кислотами и их солями. Внутренний слой их состоит из групп COO^- , а внешний — из ионов водорода, поэтому органические коллоиды, как и большинство минеральных, несут отрицательный заряд.

Органические коллоиды находятся в почве преимущественно в осажденном состоянии вследствие связывания с поливалентными катионами (в виде гелей). Их пептизация, то есть переход в состояние коллоидного раствора (золя), происходит под влиянием щелочей за счет образования гумусовых солей щелочных металлов.

По отношению к катионам органические коллоиды обладают очень большой емкостью поглощения, измеряемой 200—600 мг-экв на 100 г коллоидов.

Органо-минеральные коллоиды так же, как и органические, заряжены отрицательно и представляют собой минеральные коллоиды, поверхность которых покрыта пленкой органических соединений.

Состояние почвенных коллоидов. Почвенные коллоиды могут находиться в двух состояниях: в состоянии коллоидного раствора, или золя, и в состоянии осадка, или геля. Под влиянием тех или иных факторов из состояния раствора коллоиды могут переходить в осадок и наоборот. Переход коллоидов из раствора в осадок называется *коагуляцией*, а из осадка в раствор — *пептизацией*.

Коагуляция коллоидов происходит при высушивании, замораживании их и при действии электролитов. В этих случаях коллоиды теряют водную оболочку или электрический заряд и, слипаясь один с другим, выпадают в осадок. Пептизация коллоидов наблюдается при насыщении их одновалентными катионами, особенно натрием, и связана с изменением электрокинетического потенциала коллоидов.

Коагуляция имеет практическое значение, так как способствует закреплению в почве органических и минеральных коллоидов. При пептизации наблюдается передвижение коллоидов вниз по профилю, в связи с чем физико-химические свойства почвы резко ухудшаются.

Почвенные коллоиды обладают способностью поглощать (адсорбировать) из почвенного раствора ионы и молекулы. Адсорбционные свойства коллоидов обусловлены большой удельной поверхностью, благодаря которой коллоидные частички приобретают силы электростатического притяжения.

3. Поглотительная способность почвы

Процессы поглощения, протекающие в почвах, объединяют самые разнообразные явления как сорбционной природы, так и не связанные непосредственно с сорбцией на частицах почвы. Явление поглощения было известно еще в Древней Греции и Древнем Риме и широко использовалось мореходами для опреснения воды.

Поглотительной способностью почвы называется способность почвы поглощать газы, пары и растворенные или взмученные в воде соединения. Наиболее четко и полно учение о поглотительной способности было разработано К.К. Гедройцем, который выделил пять видов поглотительной способности, отличающихся один от другого механизмом поглощения, поглощаемыми веществами и ролью в почвообразовании и плодородии почв. Совокупность компонентов почвы, участвующих в процессах поглощения, К.К. Гедройц назвал *почвенным поглощающим комплексом* (ППК). Основную часть ППК составляют почвенные коллоиды.

К.К. Гедройц выделил следующие виды поглотительной способности: механическую, физическую, физико-химическую (обменную), химическую и биологическую.

Механическая поглотительная способность — свойство почвы, как всякого пористого тела, задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор. При механическом поглощении задерживаются лишь такие частички, диаметр которых больше диаметра пор почвы.

Величина этого вида поглощения зависит от гранулометрического состава почвы: чем она тяжелее по гранулометрическому составу, тем тоньше диаметр ее пор, тем выше, следовательно, механическое поглощение.

Механическая поглотительная способность играет немаловажную роль в почвообразовании и плодородии почвы. Она предотвращает вымывание из нее илистых и коллоидных частиц, находящихся в профиле. Благодаря механическому поглощению из пахотного слоя не вымываются вносимые удобрения, например, плохо растворимые в воде минеральные удобрения (фосфоритная мука).

Физическая (молекулярная) поглотительная способность подразумевает увеличение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы, окружающего почвенные коллоиды. Поглощение молекул при этом происходит вследствие того, что поверхность почвенных коллоидов обладает свободной энергией.

Путем физического поглощения в почве могут накапливаться пары воды и разнообразные газы. Наиболее энергично

поглощается вода и аммиак, менее энергично — углекислый газ и совсем слабо — кислород и молекулярный азот. При поглощении паров вокруг коллоидных частиц создаются водные оболочки, которые при малой толщине прочно удерживаются ими. Утолщаясь, эти оболочки приобретают некоторую подвижность, а вода становится частично доступной для растений.

Физико-химическая, или обменная поглощательная способность, по Гедройцу, состоит в свойстве почвы обменивать некоторую часть катионов, содержащихся в твердой фазе на эквивалентное количество катионов почвенного раствора.

В реакциях обмена участвуют только катионы, так как почвенные коллоиды заряжены в основном отрицательно и в диффузном слое находятся положительные ионы. Обменное поглощение всегда строго эквивалентно.

Способность поглощения у разных катионов различна и зависит от их валентности и относительной атомной массы: чем выше валентность катиона, а в пределах одной валентности — относительная атомная масса, тем выше и энергия поглощения.

Все катионы по этим признакам Гедройц расположил в следующий ряд: $\text{Na}^+ < \text{NH}_4^+ < \text{K}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{H}^+ < \text{Ca}^{2+} < \text{Ba}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+}$. Исключение из этого правила — одновалентный катион водорода, который, имея наименьшую среди ионов атомную массу (равную 1), находится между двухвалентными катионами — кальцием и магнием.

Сумма всех катионов, находящихся в диффузном слое почвенных коллоидов и способных к обмену, называется *емкостью поглощения* и выражается в мг-экв на 100 г почвы. Величина емкости поглощения в минеральных почвах колеблется от 2—5 до 50—60 мг-экв на 100 г почвы и зависит от содержания гумуса и количества минеральных коллоидов.

Состав поглощенных катионов в различных почвах неодинаков. Наиболее распространены катионы кальция и магния. Кроме того, в заметном количестве в основных типах почв Российской Федерации присутствуют H^+ , Al^{3+} , K^+ и Na^+ .

Обменные катионы оказывают большое влияние на свойства почв и условия жизни сельскохозяйственных растений.

Двухвалентные катионы — кальций и магний — хорошие коагуляторы. Почвенные коллоиды они переводят в гель, сохраняя тем самым активную часть почвы и способствуя образованию структуры. Реакция почвы, насыщенной кальцием и магнием, нейтральная, поэтому в ней создаются благоприятные условия для деятельности микроорганизмов.

Одновалентные катионы — калий и натрий — при насыщении почв сильно пептизируют почвенные коллоиды, что приводит к разрушению почвенной структуры. Эти катионы обуславливают щелочную реакцию, подавляющую деятельность микроорганизмов. Питательный режим складывается неблагоприятно.

Поглощенные водород и алюминий обуславливают потенциальную кислотность почв.

Биологическая поглотительная способность выражается в виде коагуляции почвенных коллоидов, сущность которой заключается в поглощении почвенной биотой и корнями растений веществ из почвенного раствора.

Интенсивность биологического поглощения зависит от аэрации, влажности и других свойств почвы, служащих источником пищи и энергетического материала для преобладающих в почве микроорганизмов. Процессы биологического поглощения, изменяя концентрацию и состав почвенного раствора, существенно влияют на многочисленные сорбционные равновесия, складывающиеся в почве, и состояние сорбционного комплекса почвы.

4. Органическая часть почвы

Органическая часть почвы составляет небольшую часть твердой фазы, но имеет важное значение для ее плодородия и питания растений. Содержание органического вещества в почвах колеблется от 1—3 % в подзолистых почвах и сероземах до 8—10 % и более — в мощных черноземах.

Органическая часть почвы состоит из органических остатков (корешков и наземного опада), не потерявших анатомического строения, и специфического вещества — гумуса. Гумус

представляет собой особую форму органического вещества, которое окрашивает верхнюю часть почвенного профиля и служит неотъемлемой частью почвы.

Образование гумуса происходит под воздействием микроорганизмов и представляет собой биохимический процесс, в котором выделяют две стадии. Первая стадия заключается в разложении исходных органических остатков под влиянием ферментов выделяемых микроорганизмами. Вторая стадия гумусообразования заключается в синтезе гумусовых веществ из промежуточных продуктов превращения органических остатков.

Органическое вещество почвы представлено в основном (на 80—90 %) гумусовыми веществами (гуминовыми и фульвокислотами) и лишь небольшая часть — негумифицированными остатками растительного, микробного и животного происхождения.

Гумусовые вещества представляют собой смесь различных по составу и свойствам высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений, объединенных общностью происхождения, некоторых свойств и чертами строения. Важнейшими из них являются:

1) специфическая окраска, варьирующая от темно-бурой, почти черной, до красновато-бурой и оранжевой для различных групп и фракций гумусовых веществ;

2) кислотный характер, обусловленный карбоксильными группами;

3) содержание углерода от 36 до 62 %, азота от 2,5 до 5 % в различных группах и фракциях;

4) наличие во всех группах циклических фрагментов, содержащих 3—6 % гетероциклического азота;

5) наличие негидролизуемого азота в количестве 25—35 % от общего;

6) большое разнообразие веществ по молекулярным массам, лежащим в пределах от 700—800 до сотен тысяч.

Гумусовые вещества по растворимости и экстрагируемости делят на большие группы: фульвокислоты (ФК), гуминовые кислоты (ГК), гумин и гиматомелановые кислоты.

Фульвокислоты — наиболее растворимая группа гумусовых соединений, обладающая высокой подвижностью, значительно более низкими молекулярными массами, чем средневзвешенные молекулярные массы гумусовых веществ в целом. Содержание углерода более низкое, чем у представителей других групп гумусовых веществ. Обладают относительно более выраженными кислотными свойствами и склонностью к комплексообразованию. Фульвокислоты имеют более светлую окраску, чем вещества других групп. Преобладают в почвах подзолистого типа, красноземах, некоторых почвах тропиков, сероземов.

Гуминовые кислоты — нерастворимая в минеральных и органических кислотах группа гумусовых соединений. Имеют в среднем более высокие молекулярные массы, повышенное содержание углерода (до 62 %), менее выраженный кислотный характер. Преобладают в черноземах, каштановых почвах, иногда в серых лесных и хорошо окультуренных дерново-подзолистых.

Гумин — неэкстрагируемая часть гумуса. Представлена двумя типами соединений: гумусовыми веществами, наиболее прочно связанными с глинистыми минералами (глиногумусовый гумин); частично разложившимися растительными остатками, утратившими анатомическое строение и обогащенными наиболее устойчивыми компонентами, прежде всего лигнином (детритный гумин).

Гиматомелановые кислоты — группа гумусовых веществ с промежуточными свойствами между фульвокислотами и гуминовыми кислотами. Отличаются от гуминовых кислот повышенной растворимостью в полярных органических растворителях и другими свойствами.

В зависимости от соотношения гуминовых кислот к фульвокислотам ($C_{гк} : C_{фк}$) различают следующие типы гумуса: гуматный (более 1,5), фульватно-гуматный (1—1,5), гуматно-фульватный (1—0,5) и фульватный (менее 0,5).

Общий запас гумуса в пахотном слое почв с относительно невысоким его содержанием — сероземах и дерново-подзолистых почвах — составляет 30—50 т, в черноземах — 100—200 т, а в метровом слое — соответственно 50—120 и 300—800 т на 1 га.

В органическом веществе находится основной запас азота, поэтому почвы, содержащие больше органического вещества, отличаются и большим количеством азота. В органическое вещество также входят сера и фосфор. При его минерализации азот, фосфор и сера переходят в усвояемую для растений минеральную форму. Гуминовые кислоты и фульвокислоты, а также образующаяся в почве при разложении органических веществ углекислота оказывают растворяющее действие на трудно-растворимые минеральные соединения фосфора, кальция, калия, магния; в результате эти элементы переходят в доступную для растений форму.

Гумусовые вещества наряду с мелкодисперсными минеральными частицами почвы участвуют в адсорбционных процессах, определяют поглонительную способность почвы и ее буферность.

Органическое вещество служит источником питания и энергетическим материалом для большинства почвенных микроорганизмов. Гумусовые вещества почвы труднее подвергаются минерализации, чем органические соединения растительных остатков и негумифицированных веществ. Однако при длительном возделывании сельскохозяйственных культур без внесения удобрений может происходить значительное уменьшение общего гумуса и азота в почве.

5. Реакция почвы

Различные почвы существенно отличаются друг от друга по составу катионов, находящихся в обменном состоянии. В составе почвенного поглощающего комплекса находятся практически все катионы, необходимые для питания растений: K^+ , NH_4^+ , микроэлементы.

Общее содержание всех обменных катионов, кроме H^+ и Al^{3+} , называют *суммой обменных оснований*. В зависимости от наличия в составе ППК ионов водорода и алюминия различают почвы *насыщенные* (H^+ и Al^{3+} отсутствуют) и *ненасыщенные основаниями*.

Наилучшие условия для питания растений создаются при преобладании в составе ППК Ca^{2+} и катионов, необходимых

для питания растений. Неблагоприятные условия возникают при наличии в ППК значительных количеств обменных H^+ и Al^{3+} (кислые и ненасыщенные основаниями почвы), а также Na^+ , часто в сочетании с повышенным содержанием Mg^{2+} и присутствием в почве свободных карбонатов щелочных и щелочноземельных металлов (солонцы, щелочные почвы). Ионы H^+ и Al^{3+} , частично переходя в почвенный раствор, могут создавать значительную кислотность.

Подкисление может быть существенным и рН почвенного раствора снижается до 3,5 (на торфяно-болотных и болотно-подзолистых почвах), что приводит к угнетению культурных растений. Кроме того, в повышенных концентрациях, порядка 3—7 мг на 100 г почвы, ион Al^{3+} токсичен для многих растений.

Повышенная щелочность, так же как и повышенная кислотность, оказывает неблагоприятное влияние на состояние растений, так как ионы Na^+ в поглощенном состоянии оказывают негативное влияние на физические и водно-физические свойства почв вследствие пептизации почвенных коллоидов.

Кислотность почв — это способность почвы подкислять почвенный раствор или растворы солей вследствие наличия в составе ППК кислот, обменных ионов водорода и катионов, образующих при их вытеснении гидролитически кислые соли (преимущественно Al^{3+}). Различают две формы кислотности: актуальную и потенциальную.

Актуальной кислотностью называют кислотность почвенного раствора, определяемую значением рН почвенного раствора или водной вытяжки. Величина ее зависит от количества органических и минеральных кислот в растворе. Определяется она в водной вытяжке из почвы и измеряется величиной рН.

Реакция почвенного раствора определяется концентрацией находящихся в нем ионов водорода H^+ и гидроксила OH^- . При электрической диссоциации воды образуется равное количество ионов H^+ и OH^- . При этом концентрация ионов водорода в чистой воде, имеющей нейтральную реакцию, равна 10^{-7} на 1 л H^+ . Если в воде растворена кислота, то количество ионов водорода в растворе увеличивается. Для упрощения обозначения концентрации ионов водорода ее выражают символом рН,

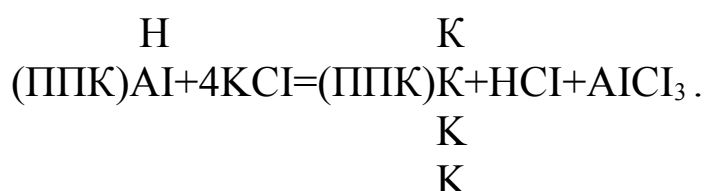
представляющим собой отрицательный логарифм концентрации ионов водорода. Связь между концентрацией ионов водорода и величиной рН при этом следующая:

концентрация ионов водорода (в г на 1 л раствора)	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
рН.....	3	4	5	6	7	8	9

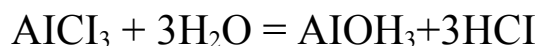
Потенциальной кислотностью называют кислотность почвы, проявляющуюся при взаимодействии ее с нейтральными или гидролитически щелочными солями. Эта форма кислотности обусловлена ионами H^+ и Al^{3+} , находящимися в поглощенном состоянии в ППК. Так как прочность связи водорода и алюминия с ППК различна, то потенциальную кислотность подразделяют на два вида — обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность — это кислотность почвы, образующаяся при вытеснении ионов H^+ и Al^{3+} раствором нейтральной соли (KCl , $NaCl$, $BaCl_2$). В лаборатории она определяется одним нормальным (1 н.) раствором KCl (солевая вытяжка) и выражается в мг-экв на 100 г почвы. В солевой вытяжке определяются актуальная и обменная кислотность, поэтому рН солевой вытяжки обычно ниже, чем рН водной вытяжки.

Схема вытеснения поглощенного водорода и алюминия может быть представлена следующим образом:



В растворе образуется соляная кислота и хлористый алюминий — гидролитически кислая соль. Последний подвергается гидролизу



с образованием гидроокиси алюминия и соляной кислоты. Таким образом идет подкисление почвенного раствора ионами алюминия. В этом случае необходимо отметить, что это рН солевой, а не водной вытяжки.

В зависимости от величины солевого рН почвы делят на группы по степени кислотности: сильнокислые (рН <4,5), сред-

некислые (рН 4,6—5,0), слабокислые (рН 5,1—5,5), близкие к нейтральным (рН 5,6—6,0), нейтральные (рН >6,0).

Для производственных целей величину обменной кислотности выражают обычно в рН солевой вытяжки. На основании определения рН солевой вытяжки в образцах почвы, взятых с различных частей поля (или разных полей), оформляются картограммы кислотности. Для обозначения контуров почв с различными величинами рН используют следующие цвета: <4,5 — красный, 4,6—5,0 — желтый, 5,1—5,5 — зеленый, 5,6—6,0 — голубой, >6,0 — синий. По величине рН солевой вытяжки устанавливают степень нуждаемости почв в известковании и ориентировочную норму извести для устранения избыточной кислотности.

При обработке почвы 1 н. КСI из почвенного поглощающего комплекса переходят не все ионы водорода, часть их прочно поглощена коллоидами почвы и нейтральными солями не вытесняются. Их можно вытеснить при действии на почву раствором гидролитически щелочной соли.

Гидролитическая кислотность — это кислотность раствора, создающаяся при взаимосвязи почвы с гидролитически щелочной солью (соль сильного основания и слабой кислоты). В основном при определении гидролитической кислотности пользуются 1 н. раствором гидролитически щелочной соли (уксуснокислого натрия — CH_3COONa).

С гидролитической кислотностью приходится встречаться чаще, чем с обменной, она свойственна большинству почв, даже черноземам. Эта кислотность включает менее подвижную часть поглощенных ионов H^+ , труднее обменивающихся на катионы почвенного раствора.

При обработке почвы раствором уксуснокислого натрия в раствор переходят все содержащиеся в почве ионы водорода (и алюминия), то есть определяется сумма всех видов кислотности (актуальная, обменная и гидролитическая). Для того чтобы определить величину собственно гидролитической кислотности, необходимо из общего показателя вычесть величину обменной кислотности. Обычно это в производстве не делают

и термином «гидролитическая кислотность» обозначают общую кислотность почвы, выражая ее в мг-экв на 100 г почвы.

Источники кислотности. Источники кислотности почвы — фульвокислоты, образующиеся при разложении растительных остатков, поэтому любые условия, способствующие образованию фульвокислот, увеличивают кислотность почв. В естественных условиях большое количество их образуется при разложении хвойной и моховой растительности, поэтому величина кислотности в почвах хвойных лесов всегда выше (при одинаковых других условиях), чем в почвах лиственных лесов и лугов. В пахотных почвах значительное количество фульвокислот синтезируется тогда, когда разложение растительных остатков (пожнивных или корневых) происходит в условиях избыточного увлажнения и обедненности почвы кальцием и магнием. Поэтому плохо дренированные почвы, содержащие мало кальция и магния, имеют более высокую кислотность по сравнению с нормально увлажненными и обогащенными основаниями.

Источником фульвокислот в почве служит также угольная кислота, образующаяся при растворении CO_2 в воде.

На пашне эффективным источником кислотности почв являются вносимые в них физиологически кислые минеральные удобрения — KCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и другие. При внесении таких удобрений анионная группа, не усваиваемая растениями, взаимодействует с водородом и образует свободную минеральную кислоту.

Основной способ снижения кислотности — известкование. При известковании почва насыщается кальцием, а образующаяся угольная кислота распадается на CO_2 и H_2O .

При проведении известкования очень важно установить оптимальную норму извести в соответствии с особенностями почвы и возделываемых растений. Количество извести, необходимое для уменьшения повышенной кислотности пахотного слоя почвы до слабокислой реакции, благоприятной для большинства культур и полезных микроорганизмов, называется *полной*.

Полную норму извести определяют по гидролитической кислотности: $\text{CaCO}_3 = \text{Hr} \cdot 1,5$. Указанный коэффициент 1,5 получается в результате следующих расчетов. Для нейтрализации

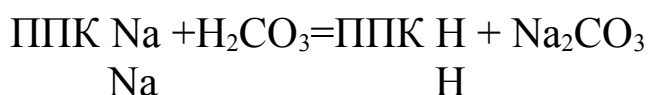
1 мг-экв кислотности (ионов Н) на 100 г почвы требуется 1 мг-экв, или 50 мг CaCO_3 , а на 1 кг — 500 мг CaCO_3 , умножив эту величину на массу пахотного слоя одного гектара почвы (3 000 000 кг) и разделив на 1 000 000 000 (для пересчета миллиграммов в тонны):

$$(500 \cdot 3\,000\,000) : 1\,000\,000\,000.$$

Щелочность почвы. *Щелочностью почвы* называют способность ее подщелачивать воду и растворы нейтральных солей. Различают актуальную и потенциальную.

Актуальная щелочность определяется содержанием в почвенном растворе или водной вытяжке гидролитически щелочных солей, преимущественно карбонатов и гидрокарбонатов щелочных и щелочноземельных металлов (Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$). Актуальная щелочность может определяться значением рН водной вытяжки, а также титрованием водной вытяжки кислотой и оцениваться в мг-экв на 100 г почвы.

Потенциальной называют щелочность, которая обнаруживается в почвах, содержащих поглощенный натрий. При взаимодействии такой почвы с угольной кислотой, находящейся в почвенном растворе, происходит реакция замещения, в результате чего накапливается сода, а раствор подщелачивается:



Заметную щелочность почвы вызывает углекислый кальций, который при взаимодействии с водой в присутствии углекислого газа образует бикарбонат кальция:



Величина рН в этом случае может достигать 8—8,5.

К почвам со щелочной реакцией относят те, у которых величина рН водной вытяжки превышает 7. В зависимости от величины рН почвы подразделяют на слабощелочные (рН водной вытяжки 7,1—7,5), щелочные (рН 7,6—8,5) и сильно щелочные (рН больше 8,5).

III. СВОЙСТВА ПОЧВЫ

1. Общие физические свойства почв

Почва обладает определенными физическими свойствами, среди которых выделяют общие физические свойства и физико-механические свойства. Физические свойства почв постоянно изменяются как под действием природных факторов, так и под влиянием агротехнических мероприятий.

К общим физическим свойствам относятся плотность твердой фазы, плотность сложения и пористость почвы.

Плотность твердой фазы (удельная масса почв) — отношение массы твердой фазы почвы к массе равного объема воды при температуре 4°C. Существует и другая формулировка. Удельной массой всякого вещества принято считать вес одного кубического сантиметра, выраженный в граммах. Для определения удельной массы какого-либо тела необходимо знать его вес и объем. Так как почва представляет собой многофазную систему, то в ней различают плотность твердой фазы почвы и плотность сложения (объемная масса).

Величина плотности твердой фазы минеральных горизонтов большинства почв колеблется от 2,4 до 2,6 г/см³, а для торфяных горизонтов — от 1,4 до 1,8 г/см³ и зависит от количества органического вещества в ней и ее минералогического состава. Таким образом, существует общая закономерность в изменениях твердой фазы почвы: твердая фаза почвы тем меньше, чем больше органических веществ в почве.

Плотность сложения (плотность почвы или объемная масса). Наличие в почве пор различного диаметра обуславливает возникновение в ней нового ясно выраженного свойства — плотность сложения. Отношение массы к объему почвы, например масса одного кубического сантиметра, взятой в ее естественном сложении, то есть со всеми находящимися в ней порами, соответствующими условиям естественного залегания почвы на различных угодьях, и будет плотность сложения. Та-

ким образом, *плотность сложения почвы* представляет собой массу единицы объема сухой почвы в ненарушенном естественном сложении. Так же, как и плотность твердой фазы, ее выражают в г/см³. Обычно плотность сложения пересчитывают на сухую почву, высушенную при температуре 105°C до постоянного веса.

Плотность сложения — основной показатель плотности почвы. Величина ее колеблется от 1,0 до 1,8 г/см³ и зависит от гранулометрического состава, количества органического вещества и сложения почвы. Песчаные почвы, содержащие мало гумуса, бесструктурны, имеют более высокую плотность сложения по сравнению с почвами глинистыми, которые содержат больше гумуса и имеют комковатую или зернистую структуру. Пахотный слой, имеющий в результате обработки более рыхлое сложение, характеризуется меньшей плотностью сложения по сравнению с нижними слоями, имеющими более плотное сложение.

Значение плотности сложения необходимо для вычисления скважности почвы, запаса влаги и элементов питания, а также при расчете количества вносимых удобрений.

Пористостью (порозностью или скважностью) называется общий объем всех пор в почве, заполненных водой или воздухом. Выражают ее в процентах от общего объема почвы и вычисляют по показателям плотности почвы (d_v) и плотности твердой фазы (d):

$$P_{\text{общ.}} = (1 - d_v/d) \cdot 100.$$

Твердые частицы почвы имеют не только разнообразную величину, но и различную форму. Они соприкасаются друг с другом различными частями своей поверхности (углами, ребрами, гранями). Остающиеся между твердыми частицами промежутки носят название *пор*.

Пористость свойственна и кристаллической решетке минералов, составляющих почвообразующие горные породы. Однако размер пор в минералах крайне мал — порядка единиц 10⁻⁸ см. Поры почвы, под которыми подразумеваются промежутки между механическими элементами, несравненно крупнее пор кристаллической решетки минерала.

Все почвенные поры между механическими элементами подразделяются на три группы по их отношению к воде: капиллярные поры порядка $> 10^{-1}$ см; капиллярные поры порядка 10^{-1} — 10^{-5} см; ультрапоры порядка 10^{-5} — 10^{-7} см.

Все эти группы пор находятся в любой почве.

Некапиллярные поры — это поры, в которых заполняющая их вода всегда передвигается под влиянием силы тяжести. Сюда будут относиться крупные полости между комками (например, по ходам отмерших корней, по трещинам и т.д.). По таким полостям в почву легко проникают вода, воздух и живые корни растений.

В капиллярных порах заполняющая их капельножидкая вода передвигается большей частью по законам капиллярного движения жидкостей в почве. Следует отметить, что капиллярное движение воды в порах порядка 10^{-4} см затруднено и фактически почти не происходит. Капиллярные поры могут быть в комках почвы и между ними. Вода капиллярных пор составляет основной запас воды в почве.

В ультрапорах порядка 10^{-5} — 10^{-7} см плотность воды более единицы, а упругость пара меньше пара свободной воды, то есть вода ультрапор уплотнена. В ультрапоры вода поступает в виде пара. К ультрапорам будут относиться поры между иловатыми частицами и рядом других механических элементов в комках.

К основным факторам, оказывающим влияние на пористость почв, относятся гранулометрический их состав и структурное состояние. Чем тяжелее гранулометрический состав почвы, тем больше общая пористость. Например, в пахотном слое песка, по данным С.П. Кравкова, она составляет в пределах 40—46 % в зависимости от размера песка (крупный или мелкий песок), суглинка — в пределах 47 % и глины — 50—52 %.

Структура почвы оказывает влияние не только на общую пористость, но и обуславливает появление агрегатной и межагрегатной пористости.

Различают пористость *общую*, *внутриагрегатную* или капиллярную (объем промежутков капиллярного сечения) и *межагрегатную* или некапиллярную (промежутки более широкие, чем капилляры).

Общая пористость в пахотном слое составляет около 50 %. Величина как общей пористости, так и ее видов в разных почвах неодинакова. Так, если на дерново-подзолистой суглинистой почве в пахотном слое почвы общая пористость 49 %, то внутриагрегатная составляет 32 % и межагрегатная — всего 15—16 %. На черноземе, выщелоченном легкосуглинистом, общая пористость — 60 %, внутриагрегатная — 40 %, межагрегатная — 20 %.

В верхней части профиля пористость обычно максимальная, с глубиной она уменьшается. В структурной почве (агрегатная структура) общая пористость почвы примерно в 1,5 раза выше, чем в той же почве бесструктурной. Оглеение почв, связанное с уничтожением агрегатности, значительно понижает скважность.

Величина пористости сильно гумифицированных структурных почв в гумусовом горизонте достигает 60—65 %, а торфов и лесных подстилок — 90 % и более.

Пористость перегнойного горизонта, а на пашне пахотного, колеблется между 50—60 %. В более глубоких слоях суглинистых почв пористость равна 40—45 %, а у оглееных обесструктуренных горизонтов она падает до 25—30 %. Пористость песчаных почв с различной величиной песка в среднем равна 35 %.

Таким образом, из вышеописанных данных видно, что чем меньше органического вещества в почве и чем она бесструктурнее, тем ниже ее пористость. Пористость при рыхлении почвы увеличивается.

Общую пористость почвы вычисляют по величине плотности твердой фазы почвы (d) и плотности сложения (d_1) по следующей формуле:

$$p = (1 - d_1/d) \cdot 100.$$

2. Физико-механические свойства почв

К физико-механическим свойствам почвы относятся связность, пластичность, липкость, набухание и усадка.

Связность — способность почвы противостоять разрывающему усилию внешних условий, стремящихся разъединить

частицы почвы. Выражают в кг/см^2 . Величина связности зависит от силы сцепления частиц. Почвы, тяжелые по гранулометрическому составу и бесструктурные, более связны по сравнению с легкими и структурными почвами, насыщенными кальцием и магнием. Величина связности зависит от влажности почвы и играет существенную роль при ее обработке.

Связные почвы лучше противостоят эрозии, однако при увеличении связности почвы ее удельное сопротивление повышается, что приводит к увеличению затрат на обработку.

Пластичность — способность почвы изменять форму без распада на отдельные под действием внешних сил и сохранять приданную форму после устранения действия этих сил. Зависит от гранулометрического состава и содержания влаги и проявляется при среднем содержании влаги.

Наиболее сильное свойство пластичности проявляется у глинистых и суглинистых почв и менее — у песчаных и супесчаных. Пластические свойства одной и той же почвы меняются в зависимости от содержания в ней влаги. При переувлажнении почва течет, а при недостаточном увлажнении крошится или ломается.

Границами пластичности (П) являются:

- нижний предел пластичности, или предел раскатывания, когда образец почвы можно раскатать в шнур диаметром 3 мм без образования разрывов;

- верхний предел пластичности, или предел текучести, — весовая влажность, при которой стандартный конус под действием собственной массы (76 г) погружается в почву на глубину 10 см;

- число пластичности — разность между показателями верхнего и нижнего пределов пластичности.

Наивысшее число пластичности (больше 17) имеют глинистые почвы; суглинистые — 7—17; супеси — меньше 7; пески не обладают пластичностью — число пластичности близко к нулю.

Качественный состав илистой фракции существенно влияет на пластичность: при низком отношении $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ в иле пластичность проявляется в наибольшей степени. При увеличении содержания обменного натрия пластичность воз-

растает, а при насыщении почвы катионами кальция и магния и увеличении содержания гумуса — снижается.

Почва в состоянии пластичности, приближающейся к верхнему ее пределу, обладает липкостью.

Липкость (или прилипание) — способность почвы во влажном состоянии прилипать к сельскохозяйственным орудиям или другим предметам. Степень ее зависит от гранулометрического состава, степени структурности и влажности. При одной и той же влажности липкость увеличивается с возрастанием количества илистых частиц и уменьшением структурности почвы. Липкость имеет аналогичную с описанной выше для пластичности зависимость от состава обменных катионов и гумусности почвы.

По липкости почвы подразделяют (по Н.А. Качинскому) на предельно вязкие (более 15 г/см²), сильновязкие (5—15), средние по вязкости (2—5) и слабовязкие (меньше 2 г/см²).

С липкостью связано важное агрономическое свойство почвы — спелость, то есть состояние влажности, при котором почва хорошо крошится на комки, не прилипая при этом к орудиям обработки.

Спелость почвы имеет существенное значение для установления правильных сроков обработки почвы.

Спелость подразделяется на физическую и биологическую.

Физической спелостью называют состояние почвы, при котором она легко обрабатывается, не мажется и не разделяется на глыбы, а крошится на комки разной величины. Физическая спелость определяется влажностью почвы, ее связностью и пластичностью.

Биологической спелостью называют состояние почвы, при котором активно развиваются микробиологические процессы, сопровождающиеся выделением значительного количества углекислого газа и интенсивным выходом питательных элементов. Состояние биологической спелости тесно связано с физической спелостью.

Набухание — способность почвы увеличивать объем при увлажнении. Противоположное ему свойство, проявляющееся при высыхании, называется *усадкой*. Величина набухания или

усадки зависит от гранулометрического состава и состава поглощенных катионов. Тяжелые почвы, особенно насыщенные натрием, сильно набухают при увлажнении и садятся при высыхании. Эти свойства крайне неблагоприятны, так как вызывают трещины в почве и разрыв корней. Почвы, богатые органическим веществом, набухают сильнее, чем почвы с малым его содержанием.

Таким образом, физические свойства играют большую роль в жизни почвы, так как определяют ее водно-воздушный и питательный режимы и условия обработки сельскохозяйственными орудиями.

3. Водные свойства почв

Растениям для их роста и развития необходимы все факторы жизни. Основную массу воды растения получают из почвы. Почва как многофазная система способна поглощать и удерживать воду. В ней всегда находится определенное количество влаги. Содержание влаги в процентах к массе сухой почвы (высушенный при 105°C) характеризует влажность почвы. Влажность почвы можно также выражать в процентах от объема почвы, в м³/га, в мм.

Влажность почвы находится в большой зависимости от растительности, рельефа, почвообразующей породы, агротехники и др. Основным источником поступления воды в почву является большой круговорот влаги в природе. Вода поступает в почву в виде атмосферных осадков, грунтовых вод, при конденсации водяных паров из атмосферы, при орошении.

Формы воды в почве. Поступая в почву, вода дифференцируется на отдельные формы и становится в различной степени доступной растениям. Выделяют следующие основные категории влаги, различающиеся между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности.

Кристаллизационная (конституционная) влага входит в состав кристаллических веществ в виде самостоятельных молекул ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Характеризуется очень высокой прочностью связи и неподвижностью.

Твердая влага (лед) характеризуется неподвижностью, что является потенциальным источником жидкой и парообразной воды. Эту воду растения непосредственно не используют, хотя она и может служить резервом доступной влаги. Лед переходит в жидкое и парообразное состояние при температуре выше 0°C.

Парообразная влага находится в почвенном воздухе в виде водяного пара. Она содержится в почве в небольшом количестве и свободно передвигается от мест с большой упругостью пара к местам с меньшей упругостью. Поглощается поверхностью твердых частиц, переходя при этом в связанную влагу.

Помимо названных форм в почве содержится связанная и свободная влага.

Связанной называется влага, которая поглощена поверхностью твердых частиц. Образуется путем сорбции парообразной и жидкой воды на поверхности твердых частиц почвы. Она подразделяется на гигроскопическую и пленочную.

Гигроскопической (прочносвязанной) называется вода, которая образует пленку непосредственно на поверхности твердых частиц и очень прочно связана с почвой силами молекулярного притяжения. Количество гигроскопической воды зависит в основном от содержания органических и минеральных частиц, способных образовывать вокруг себя пленку. Поэтому тяжелые по гранулометрическому составу и хорошо гумусированные почвы содержат больше гигроскопической воды, чем легкие почвы или почвы, содержащие мало гумуса. Максимальное количество воды, которое почва может поглощать поверхностью своих частиц, называется максимальной гигроскопичностью.

Пленочной водой (рыхлосвязанной) называется вода, которая располагается поверх пленки гигроскопической воды и также удерживается силами молекулярного притяжения. Пленочная вода может образовывать несколько пленок, наслаивающихся одна на другую. Свободно в почве она не передвигается, но при соприкосновении частиц, имеющих пленки разной толщины, происходит выравнивание пленок и переход влаги от одной частицы к другой. Количество пленочной воды зависит от

гранулометрического состава почвы, содержания гумуса. Наибольших величин достигает в тяжелосуглинистых, глинистых или хорошо гумусированных почвах.

Свободная влага не связана силами притяжения с почвенными частицами и доступна растениям. Свободной называется влага, заполняющая капилляры почвы и удерживаемая в них капиллярными силами. Различают две формы свободной воды в почве — капиллярную и гравитационную.

Капиллярная вода заполняет капиллярные поры, передвигается в них под влиянием капиллярных сил. В зависимости от характера поступления воды в почве различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую влагу.

Капиллярно-подвешенная — это вода, образующая капиллярные столбики, не смыкающиеся внизу с грунтовыми водами или верховодкой. Такая вода появляется в почве при увлажнении ее сверху атмосферными или поливными водами.

Капиллярно-подпертая — это вода, которая образует капиллярные столбики в результате подъема грунтовых вод.

Вода обеих форм подвижна, особенно капиллярно-подпертая.

Скорость передвижения капиллярной воды зависит от гранулометрического состава почвы, состава обменных катионов и структуры. Почвы, насыщенные одновалентными катионами и особенно натрием, при увлажнении сильно набухают. Капилляры в них становятся тонкими или совсем закупориваются, поэтому передвижение воды замедляется. Двухвалентные катионы влияют противоположно. В структурных почвах в отличие от бесструктурных нет единой системы неразорванных капилляров. Значительные по длине капилляры образуются лишь там, где агрегаты непосредственно соприкасаются. Поэтому передвижение влаги в структурных почвах в целом замедленно, что способствует лучшему сохранению воды и предохраняет почву от иссушения.

Почвенные капилляры представляют собой трубки, диаметр которых неоднороден.

Различают еще одну форму свободной воды — гравитационную, которая не может удерживаться в почве и свободно передвигается по крупным порам под действием силы тяжести.

Это неустойчивая форма воды и существует главным образом какое-то время после выпадения атмосферных осадков или обильного полива.

Вода разных форм неодинаково доступна растениям. Парообразную влагу растения непосредственно не усваивают, но, конденсируясь, она переходит в иные, используемые растениями формы. Гигроскопическая вода очень прочно связана с почвой: она удерживается почвенными частицами с большой силой и поэтому недоступна для растений. Пленочная вода удерживается почвой с несколько меньшей силой, чем гигроскопическая, но и она, как правило, недоступна для растений. Суммарное количество гигроскопической и пленочной воды составляет так называемый *мертвый запас влаги*. Все виды свободной воды легкодоступны для растений и составляют ее продуктивный запас. Следовательно, обеспеченность растений водой зависит не только от ее общего содержания, но и от соотношения форм воды в почве.

Водные свойства. Основными водными свойствами почв являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность.

Водоудерживающая способность (влагоемкость) — свойство почвы удерживать воду, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил. В воздушно-сухом состоянии в почве содержится некоторое количество гигроскопической воды, адсорбированной из водяных паров почвенного и атмосферного воздуха. Адсорбция паров происходит с выделением тепла (теплота смачивания).

Способность почвы сорбировать парообразную воду называется *гигроскопичностью*. Содержание гигроскопической воды (Γ) в почве зависит от относительной влажности воздуха и свойств самой почвы. Чем тяжелее ее гранулометрический состав и чем больше в ней содержится органических и минеральных коллоидов, тем выше гигроскопическая влажность.

Различают несколько видов влагоемкости — полную, капиллярную и предельно-полевую.

Когда относительная влажность воздуха приближается к 100 %, почва насыщается водой до максимальной гигроскопичности. Наибольшее количество влаги, которое может нахо-

даться в почве при полном заполнении всех пор водой, называется полной, или наибольшей влагоемкостью. Ее величина зависит от пористости почвы и вычисляется по формуле:

$$W = P / V,$$

где W — полная влагоемкость (в % от сухой почвы);

P — пористость (в % от объема почвы);

V — плотность сложения (в г на 1 см³).

Количество воды, которое почва может удержать при полном насыщении капилляров, называется капиллярной влагоемкостью. Ее величина складывается из связанной, капиллярно-подвешенной и капиллярно-подпертой влаги. В структурных почвах к этим формам прибавляется гравитационная влага. Данные формы влаги относятся к свободной.

Если гравитационная вода не подпирается грунтовыми водами, то она стекает в более глубокие горизонты. Наибольшее количество воды, которое остается в почве после обильного увлажнения и стекания всей гравитационной воды при отсутствии слоистости почвы и подпирающего действия грунтовых вод, называется наименьшей, или предельно-полевой влагоемкостью (или общей).

Водопроницаемостью почвы называется ее способность впитывать и фильтровать через себя влагу. Водопроницаемость измеряется объемом воды, протекающей через единицу площади поверхности почвы в единицу времени, выражается в мм водного столба в единицу времени.

Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структуры и степени увлажнения почвы. Наиболее проницаемы для воды песчаные и супесчаные почвы, в которых поры имеют крупный размер. Попадая в эти поры, вода не переходит в капиллярную форму, а в виде гравитационной влаги просачивается вниз. В глинистых и суглинистых почвах передвижение воды вниз идет значительно медленнее, так как в них много тонких волосных капилляров. В органогенных почвах водопроницаемость хуже, чем в минеральных почвах.

В структурных почвах по сравнению с бесструктурными при одном и том же гранулометрическом составе водопроницаемость выражена лучше. Этому способствуют крупные поры и промежутки, находящиеся между структурными отдельностями

ми. Насыщение почвы влагой постепенно уменьшает водопроницаемость.

Водоподъемной способностью называется способность почвы поднимать по капиллярам влагу. Скорость и высота ее подъема зависят в первую очередь от гранулометрического состава почвы. В песчаных и супесчаных почвах подъем воды по капиллярам происходит быстро, но высота подъема сравнительно невелика. В суглинистых же почвах, наоборот, подъем воды идет медленнее, но на более значительную высоту. При залегании грунтовых вод на глубине 4—5 м и выше вода способна подниматься по капиллярам до поверхности почвы и, испаряясь в атмосферу, передвигаться непрерывно.

Водоподъемная способность, с одной стороны, — положительный фактор, так как обеспечивает водой корневую систему растений, особенно тогда, когда корни не доходят до грунтовой воды; с другой стороны, увеличивая испаряемость влаги, водоподъемная способность приводит к иссушению почвы.

4. Воздушный режим почв

Воздушным режимом почв называют совокупность всех явлений поступления воздуха в почву, передвижения его в профиле почвы, изменения состава и физического состояния при взаимодействии с твердой, жидкой и живой фазами почвы, а также газообмен почвенного воздуха с атмосферным.

По составу почвенный воздух отличается от атмосферного меньшим содержанием кислорода и большим углекислого газа. Количество азота в атмосферном (78 %) и почвенном (78 — 80 %) воздухе примерно одинаково. Кроме трех основных газов — N , O_2 и CO_2 , в почвенном воздухе находятся в незначительном количестве CH_4 , H_2 и другие.

В течение вегетационного периода состав почвенного воздуха непрерывно меняется. Основные причины этого — деятельность микроорганизмов, дыхание корней растений и газообмен с атмосферой. При разложении органических остатков микроорганизмами и дыхании корней почвенный воздух обога-

щается углекислым газом и водородом, газообмен же приближает состав почвенного воздуха к атмосферному.

Главные факторы, влияющие на газообмен, — диффузия, изменение температуры почвы, барометрического давления, количество влаги в почве, ветер.

Диффузия — процесс перемещения газов в соответствии с их парциальным давлением. В связи с тем, что в почвенном воздухе концентрация кислорода меньше, а углекислого газа больше, чем в атмосферном воздухе, под влиянием диффузии происходит поступление кислорода в почву и выделение углекислого газа в атмосферу.

Поступление влаги в почву с осадками или при орошении вызывает сжатие почвенного воздуха, его выталкивание наружу и засасывание атмосферного воздуха.

Влияние ветра на газообмен обычно невелико и зависит от скорости ветра, макро- и микрорельефа, структуры почвы и характера обработки. Наибольший газообмен под влиянием ветра проявляется на легких почвах, лишенных растительности.

Воздушный режим почв зависит от их воздушных свойств. К воздушным свойствам почвы относятся воздухоемкость и воздухопроницаемость. Под воздухоемкостью понимается способность почвы содержать то или иное количество воздуха. Величина ее зависит от пористости и влажности почвы. Чем легче почва по гранулометрическому составу или чем она структурнее, тем больше в ней крупных некапиллярных пор, свободных от воды и выше воздухоемкость. Она уменьшается с увеличением влажности, так как часть пор в этом случае занята водой. *Воздухопроницаемостью* называют способность почвы пропускать через себя воздух. Она зависит от гранулометрического состава и структуры и лучше выражена в почвах структурных или легкого гранулометрического состава. В целом количество воздуха в них может колебаться от 0 до 40 % объема почвы.

Почвенный воздух играет большую роль в жизни почвы, растений и микроорганизмов. По мнению целого ряда исследователей, для жизни и развития сельскохозяйственных растений необходим минимум воздуха в почве. Этот минимум колеблет-

ся для различных растений от 4 до 10-15 см³ воздуха на 100 г почвы.

5. Тепловые свойства почв

Тепловые свойства почвы способствуют более интенсивному проявлению физических, химических и биологических процессов, связанных с выветриванием и почвообразованием. Нормальное развитие растений и микроорганизмов может проходить лишь при определенных тепловых почвенных условиях.

Почва находится в постоянном контакте с атмосферой и подвержена воздействию атмосферного климата. Важным источником тепла является лучистая энергия солнца, количество которой определяется географическим положением местности. При этом часть тепла поглощается почвой и идет на ее нагревание, а часть отдается в атмосферу в результате излучения. Дополнительным источником служит теплота, выделяющаяся при экзотермических процессах разложения органического вещества.

Совокупность явлений поступления, переноса, аккумуляции и отдачи тепла называется *тепловым режимом почвы*. Тепловой режим вместе с водным определяют динамику роста и развития растений. От температурных условий почвы зависят развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур: прорастание семян, развитие корневых систем, быстрота прохождения отдельных стадий, интенсивность фотосинтеза. Многие полевые культуры (пшеница, рожь, ячмень, гречиха) имеют оптимальные условия для своего развития в пределах +20° — +30°С. Для конопли, кукурузы, тыквы требуются повышенные условия — +25° — +35°С. Недостаток теплообеспеченности почв может выступить как главный фактор снижения продуктивности растений и даже их гибели.

Степень и глубина прогревания почвы зависят от ее тепловых свойств: теплопоглощительной и отражательной способностей, теплопроводности и теплоемкости.

Теплопоглощительная способность — способность почвы поглощать лучистую энергию Солнца. Общее количество энергии, получаемой землей от солнца, равно $1,66 \cdot 10^{21}$ ккал в год;

30—40 % солнечной радиации отражается от газовых частиц в верхних слоях атмосферы и вновь возвращается в мировое пространство.

Количество лучистой энергии солнца, которое получает земля, на границе атмосферы составляет 1,95 ккал в минуту на каждый 1 см² поверхности, расположенной перпендикулярно к направлению распространения лучей.

Атмосфера поглощает около 15 % солнечной радиации, а земная поверхность (океан и суша) — около 40 %. Способность почвы поглощать солнечную радиацию, или ее нагреваемость определяется:

— окраской: чем темнее окраска, тем нагреваемость больше;

— формой поверхности: чем она ближе к плоскости, тем нагреваемость меньше;

— влажностью почвы: чем влажность больше, тем нагреваемость меньше.

Последнее объясняется высокой теплоемкостью воды и потерей части тепла на ее испарение, поэтому влажная почва нагревается меньше, чем сухая.

Отражательной способностью называется способность почвы отражать лучистую энергию солнца. Она выражается через альбедо так же, как и теплопоглощительная способность почвы. Альбедо (A) — количество коротковолновой солнечной радиации, отраженной поверхностью почвы и выраженное в % от общей солнечной радиации, достигающей поверхности почвы. Чем меньше альбедо, тем больше поглощает почва солнечной радиации.

Отношение количества отраженной по всем направлениям от поверхности тела лучистой энергии « A » к количеству падающей лучистой энергии « E » называется альбедо поверхности, или отражательной способностью.

Обозначив поглощенную лучистую энергию через B , получаем B/E — поглощительную способность непрозрачного тела. Для идеально рассеивающей поверхности (белой) альбедо будет равно единице, а для абсолютно черного тела — нулю. Альбедо грубо шероховатой поверхности будет меньшим, чем альбедо сглаженной поверхности.

Установлено, что альbedo поверхности лугов и лесов колеблется для разных участков видимого спектра от 2 до 50 %. В инфракрасной области альbedo растительного покрова составляет весьма большую величину (до 90 %). Величина альbedo колеблется: для травы от 20 до 25 %, для песка — 29—34 %, для крон деревьев — 14—18 %, для снега — 50—90 %, для чернозема влажного — 8—9 %, чернозема сухого — 14 %, чернозема свежеспаханного — 17 % и т.д.

Теплоемкость (С) — свойство почвы поглощать тепло, характеризуется количеством тепла в калориях, необходимого для нагревания массы 1 г или объема 1 см³ на 1°С. В связи с этим различают весовую (или удельную) и объемную теплоемкость почв.

Теплоемкость почвы зависит от минералогического и гранулометрического состава, содержания органического вещества, влажности почвы, ее порозности и содержания воздуха (табл. 3).

Таблица 3

Теплоемкость составных частей почвы

Вещество	Теплоемкость	
	весовая (в кал на 1 г)	объемная (в кал на 1 см ³)
Песок кварцевый	0,194	0,517
Глина сухая	0,233	0,575
Торф	0,477	0,601
Песок известковый	0,214	0,582
Вода	1,000	1,000
Воздух	0,2399	—

Вода более теплоемка по сравнению с минеральными и органическими компонентами почвы. Глинистые почвы более теплоемкие во влажном состоянии по сравнению с песчаными, весной медленнее прогреваются. Осенью при большем увлажнении они медленнее охлаждаются и становятся теплее песчаных. Изменяя влажность и пористость почвы поливами и обра-

боткой, можно в определенных пределах регулировать температуру почвы.

Теплопроводностью почвы называется ее способность проводить тепло от нагретых слоев к более холодным. Определяется она количеством тепла в калориях, которое проходит в 1 секунду через 1 см² слоя почвы толщиной 1 см.

Теплопроводность почвы определяется теплопроводностью твердых, жидких и газообразных ее частей. Теплопроводность сухой почвы целиком зависит от теплопроводности твердой ее части и обуславливается порозностью почвы. Из главных составных частей наибольшей теплопроводностью отличаются пески, меньшей — глина и еще меньшей — торф. Следовательно, почвы, содержащие мало органического вещества, лучше проводят тепло, чем почвы, богатые органическим веществом.

Вследствие низкой теплопроводности воздуха (в среднем в 100 раз меньше теплопроводности минеральной части) рыхлая почва, поры которой заполнены в значительной степени воздухом, проводит тепло хуже, чем уплотненная почва.

Летом при просыхании верхнего слоя почвы его теплопроводность уменьшается и, как следствие, уменьшается и передача тепла из верхнего слоя вниз. При накапливании влаги в почве в осеннее время в ней создаются запасы тепла, предохраняющие всходы озимых посевов от вымерзания при появлении ранних заморозков.

IV. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ

Классификацией почв называется объединение почв в группы по их происхождению, важнейшим свойствам и особенностям плодородия. Она необходима для того, чтобы систематизировать в виде схемы накопленные о почве знания и на основе этого более глубоко изучить конкретные почвы или их группы. Современная классификационная схема основана на генезисе почв и представляет собой творческое продолжение классификации В.В. Докучаева, Н.М. Сибирцева и Я.Н. Афанасьева. Для подразделения почв приняты следующие классификационные единицы: тип, подтип, род, вид, разновидность и разряд почвы.

Под *типом* подразумевается группа почв, сформировавшихся в одинаковых природных условиях, под воздействием одних и тех же процессов и имеющих профиль из однотипных взаимосвязанных генетических горизонтов. Примером типа могут служить подзолистая почва, чернозем, солончак и др.

Часть почвенных типов названа исходя из некоторых особенностей их верхних почвенных горизонтов: торфяно-глеевая, перегнойно-карбонатная почва и т.д. Поскольку окраска верхних почвенных горизонтов у различных генетических типов почв в ряде случаев была сходной, возникла необходимость добавить краткие экологические характеристики условий, в которых формируется тип. Так появились бурые лесные почвы в отличие от бурых полупустынных, серые лесные для более четкого отличия от серозема и т.д. В дальнейшем краткими экологическими добавлениями стали пользоваться шире, чтобы придать большую определенность и конкретность цветовым названиям.

Для некоторых типов почв экологическое название стало основным — болотные, луговые, тундровые, арктические, так как эти термины очень хорошо характеризуют биогенетиче-

скую сущность почвообразования. Номенклатура подтипов складывалась параллельно с разработкой системы подтипов.

Подтипы выделяются в пределах типа. Под ними подразумевают группы почв, отличающихся одна от другой проявлением основного и налагающегося процессов почвообразования и являющихся переходными ступенями между типами.

В каждом генетическом типе выделяется «центральный» подтип, для которого стали использовать термины «типичный», или «обыкновенный», и подтипы «переходные», в которых можно отметить те или иные признаки, отличающие их от «центрального» подтипа или связывающие с соседними типами.

Для обозначения этих признаков пользуются терминами:

— характеризующими дополнительные процессы (глееподзолистая почва, чернозем оподзоленный, чернозем выщелоченный);

— указывающими на морфологические особенности, в частности на изменение окраски по сравнению с «центральным» подтипом (светло-серые, темно-серые, темно-каштановые, светло-каштановые);

— указывающими на положение внутри почвенной зоны (черноземы южные, сероземы северные).

Роды почвы выделяют в пределах подтипа:

1) качественные особенности их обусловлены влиянием местных условий;

2) составом почвообразующих пород, химизмом грунтовых вод (например, чернозем выщелоченный на легких породах, чернозем южный солонцевато-солончаковый и т.д.).

Виды почв выделяются в пределах рода и отличаются по степени развития почвообразовательных процессов. Номенклатура видов почв строится из слов, количественно характеризующих свойства почв и выраженность почвенных процессов. Используют три категории терминов:

1) свидетельствующие о содержании (мало-, средне-, многогумусные, карбонатные и т.д.);

2) указывающие на мощность отдельных почвенных горизонтов и всего профиля или на глубину залегания (маломощные, среднемощные, мощные, сверхмощные; глубоко-, высококовскипающие и т.д.);

3) характеризующие выраженность явлений (слабо-, средне-, сильноподзолистые, осолоделые и т.д.).

Разновидность характеризует гранулометрический состав верхнего горизонта почвы (супесчаная, тяжелосуглинистая почва). Полное название почвы начинается с наименования типа, далее идут подтип, род, вид, разновидность, разряд. Например, чернозем (тип), обыкновенный (подтип), солонцеватый (род), среднегумусный среднемощный (видовые термины), тяжелосуглинистый (разновидность) на лёссовидном тяжелом суглинке (разряд).

Все почвы имеют определенное географическое распространение, которое подчиняется закону горизонтальной зональности. Впервые этот закон открыл В.В. Докучаев. Сущность закона горизонтальной зональности сводится к тому, что сами факторы почвообразования (в первую очередь климат и растительность) зональны; взаимоотношения зонально изменяющихся факторов почвообразования вызывает определенное зональное распределение почв.

При движении с севера на юг наблюдается следующая смена почв: тундровые глеевые почвы сменяются подзолистыми, подзолистые — дерново-подзолистыми, последние — серыми лесными, за ними следуют черноземы и т.д. Смена почв вызвана закономерным изменением климата и растительности при движении по этому направлению, сменой форм рельефа и материнских пород.

Закономерное распространение почв служит основой для выделения почвенно-географических единиц, главнейшие из которых зона, подзона и провинция.

Почвенной зоной называется территория, на которой преобладает тот или иной почвенный тип или сочетание типов (например, черноземно-степная зона).

Почвенная подзона представляет собой часть зоны, на которой господствует какой-либо подтип почвы (например, подзона оподзоленных и выщелоченных черноземов в черноземно-степной зоне).

Почвенной провинцией называется часть почвенной зоны или подзоны, которая несколько отличается по климату, рельефу и другим факторам от всей зоны. Поэтому почвы провин-

ции, будучи характерными для зоны в целом, имеют отличительные свойства.

Почвенными комплексами называют частую смену почвенных типов, каждый из которых занимает в чередовании небольшие площади.

Почвенными сочетаниями называют такое чередование почв когда типы и подтипы сменяют один другого через большие расстояния.

Почвенные комплексы ярко выражаются в зоне сухих степей, а сочетания — в других зонах.

Выделяют девять почвенных зон, сопряженных с растительными зонами: *тундровая; таежно-лесная (лесолуговая), лесостепная; черноземно-степная; сухих степей; пустынных степей; пустынь; сухих субтропиков; влажных субтропиков.*

1. Тундровые глеевые почвы

В пределах России тундра располагается по побережью Северного Ледовитого океана. Она занимает общую площадь, равную 180 млн га.

Характерная особенность природных условий тундры — наличие на небольшой глубине многолетней мерзлоты, которая служит хорошим водоупором. Глубина ее залегания зависит от гранулометрического состава почвы и толщины торфяного слоя: в песчаных и супесчаных почвах она начинается с глубины 1,5—2,0 м, в глинистых и суглинистых — 0,7—1,2 м, а в торфяных почвах — с 0,2—0,4 м. Мощность слоя многолетней мерзлоты доходит до многих сотен метров, хотя местами эта толща прерывается тальными участками.

Сочетание незначительного испарения воды с поверхности почвы и водопроницаемого слоя приводит к тому, что при небольшом количестве осадков почвы в тундре избыточно увлажняются.

Зональным типом почв в тундровой зоне являются тундровые глеевые почвы (105 млн га). В тундре, особенно в южной части, широко распространены также болотные (18 млн га), аллювиально-тундрово-дерновые (3,6 млн га) и подзолистые

почвы (подзолы иллювиально-железисто-гумусовые); на морских побережьях формируются засоленные (маршевые) почвы.

В тундровых глеевых почвах имеется органогенный горизонт разной мощности (5—30 см) и степени разложения (от торфянистого до гумусового) и минеральный горизонт, в разной степени оглеенный. Оглеение представляет собой сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий при переувлажнении почв в анаэробных условиях при обязательном наличии органического вещества и участии анаэробных микроорганизмов.

В процессе оглеения главную роль играет превращение окиси железа в закись с последующим ее выщелачиванием. Переход окиси железа в закись происходит под влиянием разлагающихся органических веществ в условиях затрудненного или полного прекращения доступа кислорода воздуха при участии анаэробных микроорганизмов.

По данным ряда ученых (Е.В. Рунова, Е.Ф. Березовой и др.), большая роль в процессах оглеения принадлежит маслянокислым бактериям.

При глееобразовании происходит разрушение первичных и вторичных минералов. Кроме того, существенным превращениям подвергаются соединения элементов с переменной валентностью (Fe, Mn, S и N).

Ржавые и охристые пятна, примазки и другие железистые образования в слабозаболоченных почвах обусловлены соединениями гидрата окиси железа, возникающими при смене окислительно-восстановительных явлений.

При длительном и постоянном избыточном увлажнении в условиях устойчивого развития глеевого процесса ионы закисного железа вступают в реакцию с кремнеземом и глиноземом, образуя с ним вторичные алюмоферрисиликаты, в состав которых входит закисное железо.

Такие минералы в отличие от минералов, содержащих окисное железо, имеют сизоватую, грязно-зеленоватую или голубоватую окраску. Почвенные горизонты, в которых накапливаются эти минералы, называются *глеевыми*. Если избыточное увлажнение непродолжительно, то сплошной глеевый горизонт может и не образоваться, а вместо него в почвенном профиле

появляются отдельные сизоватые или зеленовато-голубоватые пятна. Такие горизонты называются *глееватыми*.

Приобретение глеевыми горизонтами специфической окраски связано также с потерей окисного железа с поверхности почвенных минералов, собственная окраска которых придает характерный цвет глею.

Профиль тундровых глеевых почв, формирующихся на су-глинистых и глинистых породах, имеет следующие горизонты:

A_0 — торфяная подстилка темно-серого цвета, под которой залегает грубогумусовый аккумулятивный горизонт A_1 мощностью 2—6 см. За ним располагается глеевый горизонт G грязно-серого цвета с синим оттенком и отдельными ржавыми пятнами. Постепенно он переходит в породу. Когда горизонта A_1 нет, глеевый горизонт залегает непосредственно под подстилкой.

Тундровые почвы содержат в горизонте A_1 2—5 % гумуса, в составе которого преобладают фульвокислоты. Реакция этих почв сильноокислая или кислая.

2. Подзолистые почвы

Почвы таежно-лесной зоны располагаются в пределах европейской и азиатской частей России. Северная граница ее совпадает с южной границей лесотундры, а южная проходит по линии Брянск — Рязань — Нижний Новгород и через Екатеринбург до Томска.

В таежно-лесной зоне протекают четыре процесса почвообразования: подзолообразовательный, дерновый, болотный и мерзлотный. В результате этого формируются следующие типы почв: подзолистые, дерново-подзолистые, дерновые, болотные, болотно-подзолистые и мерзлотно-таежные.

Профиль подзолистых почв складывается из последовательно сменяющих один другого горизонтов $A_0+(A_1)+A_2+B+C$ (рис. 3):

A_0 — лесная подстилка мощностью 3—5 см, рыхлая, состоит из полуразложившихся и неразложившихся хвои, кусочков коры, шишек и т.д.;

A₁ — маломощный гумусовый горизонт до 5 см, представленный слоем грубого гумуса;

A₂ — подзолистый, или элювиальный (вымывания) горизонт, белесый, бесструктурный или пластинчатой структуры, уплотненный, с редкими новообразованиями железа в нижней части. По мощности различный — от нескольких сантиметров до 30—40 см. В нижележащий горизонт переходит резко;

B — горизонт вымывания (иллювиальный), бурый или коричнево-бурый, с большим количеством новообразований железа в виде пятен, точек, очень плотный, глыбистой или ореховатой структуры. По мощности различный, часто подразделяется на подгоризонты. В следующий горизонт переходит постепенно;

C — материнская порода.

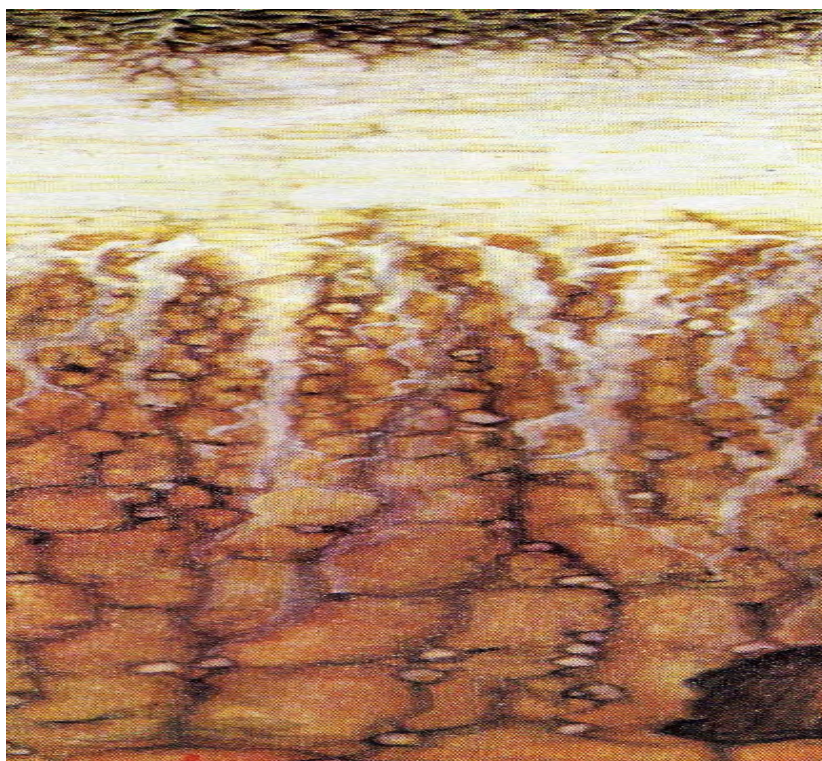


Рис. 3. Подзолистая почва

Таким образом, для подзолистых почв характерны отсутствие выраженного гумусового горизонта и четкая дифференциация профиля на подстилку, подзолистый и иллювиальный горизонты.

Реакция почвы кислая, величина рН солевой вытяжки обычно ниже 4—4,5, питательные элементы в доступной для растений форме содержатся в незначительном количестве.

3. Дерново-подзолистые почвы

Дерново-подзолистые почвы распространены преимущественно в южных районах европейской и азиатской части таежно-лесной зоны, образуя подзону дерново-подзолистых почв. Дерново-подзолистые почвы выделяют как подтип в типе подзолистых почв.

Дерново-подзолистые почвы образуются под травянистыми или мохово-травянистыми лесами. Развивающаяся под их пологом травянистая растительность приводит к формированию в профиле подзолистой почвы дернового горизонта. В результате совместного проявления подзолистого и дернового процессов и формируются дерново-подзолистые почвы. Это происходит также при сведении леса, когда на его месте возникают суходольные луга; в данном случае подзолистый процесс сменяется дерновым и из подзолистой почвы постепенно образуется дерново-подзолистая.

Таким образом, дерново-подзолистые почвы могут образовываться в результате как попеременного, так и совместного воздействия подзолистого и дернового процессов. В.В. Пономарева рассматривает появление дернового и подзолистого горизонтов этих почв как единый синхронный процесс. По ее мнению, гумусовые вещества типа гуминовых кислот закрепляются в гумусовом горизонте, а их более подвижные и агрессивные фракции типа фульвокислот оподзоливают подгумусовый горизонт. В дифференциации профиля дерново-подзолистых почв определенное участие имеет процесс лессиважа (вынос коллоидов), а в поверхностно-оглееных — элювиально-глеевый процесс.

Даже при длительном развитии травянистой растительности под пологом леса в подзолистой почве обычно не накапливается большого количества гумуса и питательных веществ.

Во-первых, это связано с тем, что дерновому процессу противостоит подзолистый, который хотя и слабо проявляется, но полностью не снимается под травянистыми или тем более под мохово-травянистыми лесами. Во-вторых, органические остатки травянистых растений, выросших на бедной подзолистой почве, содержат сравнительно мало зольных элементов и азота, кроме того, дополнительно обеззоливаются при промывании почвы осадками. Недостаток зольных элементов, азота, кальция и магния в самой почве и в органических остатках замедляет минерализацию последних микроорганизмами; образуются кислые подвижные гумусовые вещества. Лишь небольшая часть их закрепляется в почве биогенным кальцием, железом или глинистыми минералами. Поэтому в гумусовом горизонте дерново-подзолистой почвы не накапливается больших количеств гумуса.

Профиль дерново-подзолистых почв имеет следующее морфологическое строение (рис. 4):

A_0 — лесная подстилка бурых или коричневых тонов, состоящая из растительных остатков различной степени разложения, при мощности более 7 см разделяется на два-три подгоризонта;

A_0A_1 — переходный органо-минеральный горизонт, содержащий значительное количество как минеральных частиц, так и полуразложившихся органических остатков;

A_1 — гумусовый горизонт мощностью от 3 до 20 см и более, серый или белесо-темно-серый, комковато-порошистой или порошистой структуры, рыхлый;

A_1A_2 — переходный, неравномерно окрашенный горизонт: участки с серым и белесо-серым окрашиванием чередуются с участками, окрашенными в буроватые и палевые тона; структура комковато-порошистая, заметна горизонтальная делимость;

A_2 — подзолистый горизонт, белесовато-светло-серый, иногда с легким палевым оттенком; структура плитчатая с заметной тонкой чешуйчатостью или листоватостью, в песчаных почвах часто бесструктурен;

A₂B — переходный горизонт мощностью 10—20 см, буровато-белесый, непрочной комковато-мелкоореховатой структуры, содержит обильную белесую присыпку, встречаются языки горизонта **A₂**;

B — иллювиальный горизонт, самый плотный в профиле, бурый, коричнево-бурый или красно-бурый, ореховатой, ореховато-призматической структуры, может подразделяться на подгоризонты (**B₁**, **B₂**, **B₃**), в каждом из которых становится менее интенсивным окрашивание, более грубой и крупной структура, меньшей плотности;

BC — переходный, светло-бурых, светло-коричневых тонов, глыбистой или глыбисто-призматической структуры, постепенно переходит в неизмененную почвообразованием породу — горизонт **C**.

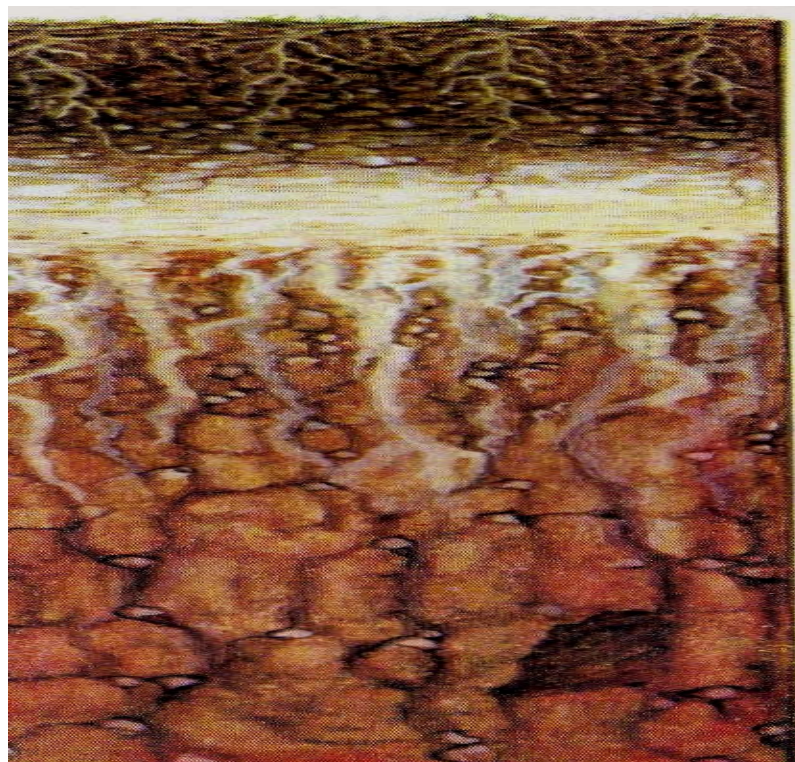


Рис. 4. Дерново-подзолистая почва

Дерново-подзолистые почвы имеют кислую реакцию по всему профилю, высокую (20—70 %) ненасыщенность основаниями. Содержание гумуса может достигать 7—9 %, но паде-

ние его содержания с глубиной очень резкое, а в составе гумуса преобладают фульвокислоты. Верхние горизонты дерново-подзолистых почв обеднены полуторными оксидами и обогащены кремнеземом.

4. Серые лесные почвы

В условиях лесостепной зоны образуются серые лесные почвы, черноземы, болотные и засоленные почвы.

Черноземно-степная зона представлена в северной части серыми лесными почвами, а господствующие типы почв — черноземы.

В условиях зоны сухих и полупустынных степей формируются каштановые и бурые почвы, солонцы, солончаки и солонды. Данная зона тянется узкой полосой по побережью Черного и Азовского морей, значительно расширяется в междуречье Волги и Урала и переходит в Западную Сибирь.

Серые лесные почвы по совокупности морфологических признаков и свойств занимают переходное положение от дерново-подзолистых почв к черноземным почвам. Они характеризуются большей гумусированностью по сравнению с дерново-подзолистыми почвами и меньшей или равной по отношению к черноземным почвам.

В.В. Докучаев рассматривал серые лесные почвы как самостоятельный зональный тип, сформировавшийся под травянистыми широколиственными лесами в условиях лесостепной зоны. Светло-серые и серые почвы, по В.В. Докучаеву, в большей мере претерпевали воздействие лесной растительности и в меньшей — травянистой; темно-серые образовались под ослабленным влиянием леса и при более интенсивном воздействии травянистой растительности.

С.И. Коржинский (1887) развивал гипотезу о вторичном образовании серых лесных почв из черноземов в результате их изменения под влиянием поселения леса. Он считал, что лесной растительности свойственно формирование подзолистых почв. Поэтому поселение леса на черноземах приводит к

их существенным изменениям (деградации): гумус постепенно разрушается, структура утрачивается. Согласно представлениям С.И. Коржинского, оподзоленные черноземы, темно-серые лесные и светло-серые почвы представляют собой последовательные стадии деградации черноземов.

Экспериментальные данные по изучению биологического круговорота веществ и развития дернового и подзолистого процессов в основном подтверждают правильность взглядов В.В. Докучаева о генетической самостоятельности серых лесных почв. Подзолистый процесс в лесостепной зоне протекает в более слабой форме, чем в таежно-лесной, а для дернового процесса создаются лучшие условия. Эти особенности развития подзолистого и дернового процессов связаны прежде всего с заметным отличием характера биологического круговорота веществ и условий гумификации на фоне ослабленного промывного режима.

В широколиственных лесах с хорошо развитым подлеском и травяным покровом ежегодно поступает в почву и на ее поверхность большая масса опада (70—90 ц/га), богатого азотом (50—90 кг/га), и основаниями, особенно кальцием (70—100 кг/га и более).

Отсутствие или слабое проявление сезонного анаэробнозиса и лучший тепловой режим усиливают разложение богатой основаниями и азотом отмирающей растительности. Образуются более сложные гумусовые вещества с большим содержанием гуминовых кислот. Значительная часть этих кислот нейтрализуется основаниями опада, поэтому процессы разрушения почвенных минералов выражены слабее, чем в таежно-лесной зоне. Отмеченные особенности биологического круговорота веществ и гумификации способствуют накоплению в почвах гумуса.

Светло-серые и серые лесные почвы формируются преимущественно в северной части зоны, где комплекс биоклиматических условий почвообразования (меньшее участие в опаде остатков травянистой растительности, более выраженный нисходящий ток воды, больший вынос оснований из опада и т.д.) приводит к заметному развитию подзолистого процесса. Далее на юг преобладают темно-серые почвы в сочетании с оподзо-

ленными и выщелоченными черноземами, а светло-серые и серые почвы встречаются лишь на легких породах или на участках рельефа с повышенным увлажнением.

При движении с запада на восток или с юга на север в связи с нарастанием суровости и континентальности климата ослабляется энергия превращения органических веществ в почве, сокращается период их активного разрушения. Поэтому в том же направлении в серых лесных почвах увеличивается содержание гумуса, уменьшается мощность гумусового профиля, ослабляются признаки оподзоливания и увеличивается доля черноземов в составе почвенного покрова территории.

Классификация серых лесных почв. Серые лесные почвы впервые были описаны в работах В.В. Докучаева «Русский чернозем» (1883) и «Материалы к оценке земель Нижегородской губернии» (1886).

В классификации Н.М. Сибирцева (1895) лесостепные почвы были выделены в самостоятельный тип чернолесных почв («лесные земли») с подразделением на два подтипа — темно-коричневых и коричневато-серых почв.

Впоследствии классификация Н.М. Сибирцева детализировалась И.К. Фрайбергом, К.Д. Глинкой, С.А. Захаровым, А.А. Завалишиным, И.В. Тюриным и другими учеными.

В настоящее время тип серых лесных почв разделяется на подтипы: светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы. В подтипах выделяют следующие роды: обычные, остаточнокarbonатные, со вторым гумусовым горизонтом, контактно-луговые, пестроцветные.

На виды серые лесные почвы делятся: по глубине вскипания — высоковскипающие (до 100 см) и глубоковскипающие (глубже 100 см); по мощности гумусового горизонта ($A_1 + A_1A_2$) — мощные (больше 40 см), среднемощные (20—40 см) и маломощные (меньше 20 см).

Помимо данного типа существует и тип серых лесных глеевых почв. Данный тип подразделяется на подтипы: серые лесные поверхностно-глееватые, серые лесные грунтово-глееватые (рис. 5) и серые лесные грунтово-глеевые почвы.

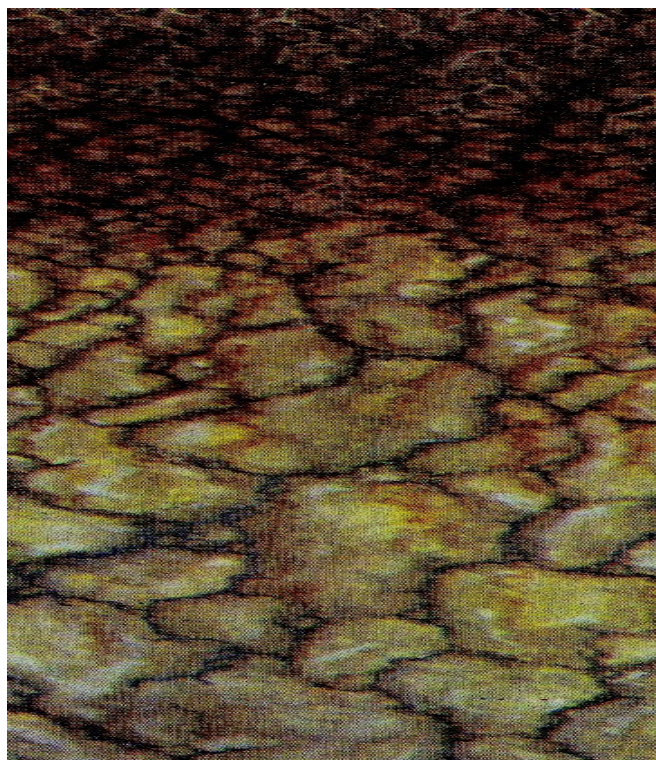


Рис. 5. Серая лесная грунтово-глееватая почва

Подтип светло-серых лесных почв. Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A₀ — лесная подстилка мощностью 2—4 см, темно-бурая, в верхней части состоит из малоперегнивших, побуревших листьев, веточек и другого растительного опада, в нижней — из довольно связной войлокообразной массы полуперегнивших растительных остатков с большой примесью землистого материала;

A₁ — гумусовый горизонт мощностью 15—25 см, реже — до 35 см; светло-серый или белесо-светло-серый, неравномерной окраски, структура ореховатая или комковато-ореховатая с пластинчатостью, содержит обильную белесую кремнеземистую присыпку;

A₂B (A₁A₂) — переходный горизонт мощностью 12—20 см, оподзоленный или гумусово-оподзоленный, белесоватых тонов окраски, светлее вышележащего, чешуйчатый, пластинчатой или плитчато-ореховатой структуры с обильной кремнеземистой присыпкой и постепенным переходом в горизонт **B**;

B — иллювиальный, бурый, плотный, во влажном состоянии вязкий, в верхней части — ореховатый или крупноорехова-

тый, ниже — мелкопризматический. На гранях структурных отдельностей буровато-коричневые пленки и примазки, белесая кремнеземистая присыпка.

Иллювиальный горизонт **В** постепенно переходит в почвообразующую породу; на глубине около 2 м встречаются карбонатные конкреции в виде журавчиков, известковистых трубочек и прожилок.

Верхние горизонты светло-серых лесных почв имеют кислую и слабокислую ($\text{pH}_{\text{КСИ}}$ 5,0—6,0) реакцию. Степень насыщенности основаниями изменяется по профилю от 60 % в верхних горизонтах до 90-95 % — в нижних. Содержание гумуса варьируется от 2,5 до 7,0 %. Почвы четко дифференцированы по содержанию ила и полуторных оксидов.

Подтип серых лесных почв. Профиль почв имеет примерное морфологическое строение (рис. 6):

A₀ — лесная подстилка мощностью 1—2 см, иногда мощность достигает до 3—5 см; состоит из слаборазложившегося растительного опада;

A₁ — гумусово-аккумулятивный мощностью 15—30 см, иногда до 40 см, серый в сухом состоянии, темно-серый — во влажном, комковато-пылеватой, комковато-порошистой или комковато-ореховатой структуры, рыхлый, густо пронизанный корнями; переход в следующий горизонт постепенный;

A₂В — переходный, оподзоленный, мощностью около 20 см, буровато-серый, коричнево-серый или темно-серый, неравномерной окраски, ореховатой структуры, поверхности структурных отдельностей глянцеваты, содержат обильную белесую присыпку, рыхлый; переход замечен по окраске и структуре;

В — иллювиальный, мощность различна, нижняя его граница может проходить на глубине 90—120 см, бурый или коричнево-бурый, ореховатой, ореховато-призматической структуры, плотный, вязкий. На поверхности структурных отдельностей часто содержатся черно-бурые пленки; переходит в следующий горизонт языками; на всю мощность горизонта проникают белесые пятна кремнеземистой присыпки;

С — почвообразующая порода светло-бурых тонов, неясно призматической структуры, слаботрещиноват, содержит карбонатные конкреции.



Рис. 6. Серая лесная почва

Верхние горизонты серых лесных почв имеют слабокислую реакцию. Степень насыщенности основаниями — 70—80 % в верхних горизонтах и 90—95 % — в нижних. Содержание гумуса — 4—9 %. Дифференциация серых лесных почв по содержанию ила и оксидов незначительна, а иногда отсутствует совсем.

Подтип темно-серых лесных почв. Профиль почв имеет примерное морфологическое строение (рис. 7):

A₀ — лесная подстилка, маломощна, темно-бурая, состоит из хорошо разложившихся растительных остатков с примесью мелкокозема;

A₁ — гумусово-аккумулятивный, мощностью 20—50 см, темно-серый, имеет хорошо выраженную комковатую или комковато-ореховатую структуру, постепенно переходит в следующий горизонт;

A₂B (AB) — переходный, оподзоленный (гумусово-иллювиальный), интенсивно прокрашен гумусом, ореховатой структуры, белесая кремнеземистая присыпка содержится не всегда;

B — иллювиальный, бурый или темно-бурый, плотный, четко выраженной ореховато-призматической структуры, крем-

неземистая присыпка необильна; обычно окрашен светлее иллювиального горизонта, содержит редкие и неинтенсивные за-теки органо-минеральных коллоидов, на глубине 100—150 см встречаются карбонатные конкреции.

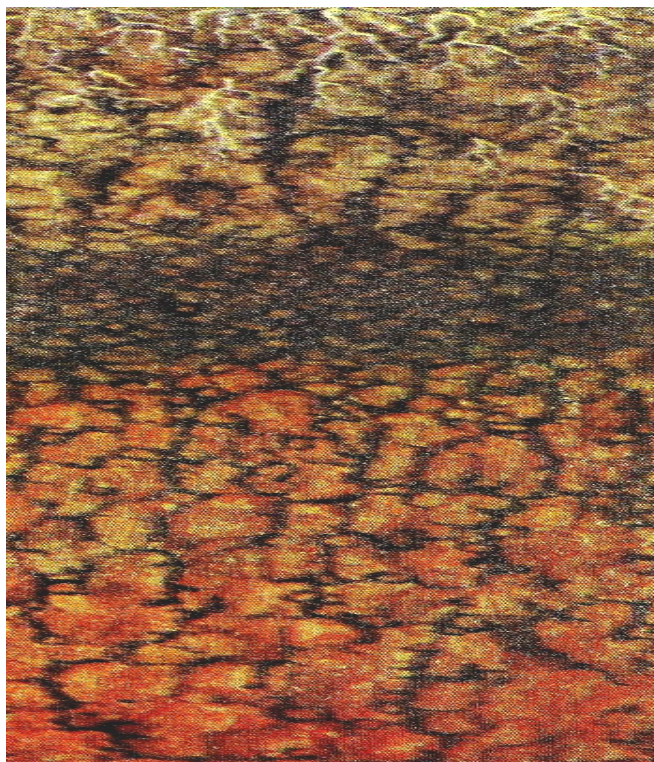


Рис. 7. Темно-серая лесная почва

Эти почвы имеют слабокислую и нейтральную реакцию в верхних горизонтах (pH_{KCl} 6,0—6,6). Содержание гумуса высокое (6—12 %), насыщенность основаниями достигает 95—99 %. Дифференциация профиля по содержанию ила отчетлива, по содержанию полуторных оксидов выражена слабо.

5. Черноземные почвы

По вопросу образования черноземов были высказаны различные точки зрения, которые можно объединить в три группы: гипотезы о морском происхождении черноземов; теории

болотного образования черноземов; теории растительно-наземного их происхождения.

Гипотезы о морском происхождении черноземов были высказаны первыми исследователями этих почв, рассматривавшими черноземы как морской ил, оставшийся после отступления Каспийского и Черного морей (Паллас, 1799; Петцольд, 1851), или как продукт размыва ледниковыми водами черной юрской сланцевой глины (Мурчисон, 1842). Эти гипотезы отражали собой господствовавшее в то время представление о почве как о геологическом образовании, и в настоящее время они имеют лишь исторический интерес.

Сторонники теорий болотного образования черноземов считали, что в прошлом черноземная зона представляла собой тундровые сильно заболоченные пространства. При последующем постепенном дренировании территории в условиях теплого климата шел процесс энергичного разложения болотной и тундровой растительности (Э.И. Эйхвальд, 1850) и болотного ила и поселения наземной растительности (Н.Д. Борисьяк, 1852), что и обусловило формирование черноземных почв.

Теории растительно-наземного происхождения черноземов связывают их образование с поселением и развитием лугово-степной и степной травянистой растительности (Рупрехт, Докучаев, Костычев и др.). Первая наиболее обстоятельная работа в этом направлении — «Геоботанические исследования о черноземе» Ф. Рупрехта (1866), который рассматривал возникновение черноземов как результат поселения травянистых растений и накопления перегноя при их разложении.

В образовании черноземов В.В. Докучаев подчеркивал разностороннюю роль климата, который определяет не только тип растительности (степная флора), но и темп ее развития (годовой прирост), скорость и направление процессов разложения.

П.А. Костычев в работе «Почвы черноземной области России» (1886) показал важное значение корневых систем травянистой растительности в накоплении перегноя в черноземных почвах.

В.Р. Вильямс рассматривал происхождение черноземных почв как результат развития дернового процесса под луговыми степями черноземной почвы.

Современные материалы по биологическому круговороту веществ под растительностью черноземных степей позволяют наиболее глубоко понять особенности черноземообразования.

Ведущим процессом почвообразования при формировании черноземов является гумусоаккумулятивный процесс, обуславливающий развитие мощного гумусоаккумулятивного горизонта, накопление элементов питания растений и оструктурирование профиля.

Биологический круговорот под травянистой растительностью степей приводит к значительному накоплению в почвах кроме гумусовых веществ таких важнейших элементов питания растений, как N, P, S, Ca и других в форме органо-минеральных соединений.

Оптимальные условия для черноземообразования складываются в южной части лесостепной зоны, в полосе типичных черноземов, где имеется максимальное количество растительной массы и определенный гидротермический режим.

Севернее более влажный климат способствует большему выносу оснований из опада, образованию более ненасыщенных гумусовых кислот, что приводит к некоторому разрушению первичных минералов и появлению слабых признаков оподзоливания почв.

К югу при нарастании дефицита влаги происходит уменьшение растительного опада, ухудшение его состава, что приводит к формированию менее богатых органическим веществом и элементами питания подтипов черноземных почв.

Профиль черноземных почв имеет следующее морфологическое строение:

A₀ — степной войлок мощностью 3—4 см;

A_d — дернина мощностью 3—7 см, густо пронизана живыми и отмершими мочковатыми корешками злаков, темно-серая, плотная; выделяется только на целинных или старопахотных почвах;

A — гумусовый или перегнойно-аккумулятивный горизонт, мощность в разных подтипах колеблется от 35 до 120 см и более, однородно окрашен, темно-серый, почти черный, структура прочная, зернистая, на корнях образует бусы;

AB — гумусовый, однородно окрашенный, темно-серый с заметным побурением или неоднородно окрашенный с чередо-

ванием темных, пропитанных гумусом участков, бурых и серо-коричневых пятен; структура зернистая, переход в следующий горизонт постепенный, выделяется по преобладанию гумусовой окраски;

В — переходный горизонт мощностью 40—80 см, буровато-серый, постепенно книзу появляется палевый оттенок, горизонт часто неоднородно окрашен, с языками и затеками гумуса; структура более грубая, комковатая, комковато- или ореховато-призматическая.

По степени гумусированности и структуре может подразделяться на подгоризонты **В₁** и **В₂**, а в некоторых подтипах выделяется **В_к** — иллювиально-карбонатный. **В_к** имеет буроватую или светло-палевую окраску, хорошо выраженную комковатую или комковато-призматическую структуру.

По всему профилю почв встречаются кротовины, заполненные бурой, буровато-палевой массой из нижележащих горизонтов, или на более светлом фоне нижних горизонтов отчетливо выделяются кротовины, заполненные темноокрашенной землей верхних горизонтов;

ВС_к — переходный к породе иллювиально-карбонатный горизонт, буровато-палевый, призматической структуры;

С — почвообразующая порода, палевая или белесоватая, призматической структуры, на разной глубине встречаются выделения карбонатов, гипса и легкорастворимых солей; в случае значительных аккумуляций карбонатов или гипса выделяются соответственно подгоризонты **С_к** и **С_с**.

Глубина залегания и форма выделения карбонатов в черноземах являются важными диагностическими признаками. При движении с севера на юг карбонаты подтягиваются ближе к поверхности. Выделения карбонатов в виде тонкой сети жилок (псевдомицелия) являются молодыми, свежесажденными формами, говорящими о подвижности карбонатов в толще почвы.

Новообразования карбонатов в виде белоглазки, мучнистых выделений округлой формы представляют собой более старые выделения и присущи, как правило, черноземам обыкновенным и южным. Выделения карбонатов в виде твердых конкреций — журавчиков и дутиков — приурочены к черноземам типичным. В черноземах Восточной Сибири выделения карбонатов имеют мучнистую форму и часто образуют сплошной мучнистый горизонт.

Для химического состава черноземов характерно высокое содержание гумуса (от 6 до 15 % и выше), которое постепенно убывает с глубиной параллельно сокращению числа корней в почве. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, связанные преимущественно с кальцием. Отношение $C_r : C_{\phi} = 1,5$ —2. Такой состав гумуса способствует формированию водопропрочной структуры черноземных почв.

Реакция перегнойно-аккумулятивных горизонтов черноземов близка к нейтральной ($pH_{KCl} 6,5$ — $7,5$), иллювиальных карбонатных горизонтов — слабощелочная ($pH_{KCl} 7,5$ — $8,5$).

Емкость обмена черноземных почв значительна и в разных подтипах в зависимости от гранулометрического состава колеблется от 35 до 55 мг-экв на 100 г почвы. Книзу емкость обмена падает. В составе обменных оснований преобладает кальций, на долю которого приходится 75—80 % емкости обмена, и магний, на долю которого приходится 15—20 % емкости обмена. Иногда в южных вариантах черноземных почв в числе обменных оснований появляется в незначительных количествах натрий, а в северных вариантах черноземных почв — некоторое количество поглощенного водорода.

Валовой состав почв остается неизменным по профилю, незначительные колебания обычно связаны с неоднородностью материнской породы.

Черноземные почвы имеют водопропрочную структуру, благодаря чему в этих почвах оптимальный водно-воздушный режим. Правда, в пахотных почвах прочность структурных агрегатов понижается, происходит распыление пахотного слоя.

Классификация черноземов. На основании обобщения обширных материалов по изучению черноземов в различных районах страны в настоящее время принято следующее разделение черноземного типа почв на подтипы и роды.

Подтипы	Роды
Оподзоленные	Обычные, слабо дифференцированные
Выщелоченные	Глубоковскипающие, бескарбонатные
Типичные	Карбонатные, солонцеватые
Обыкновенные	Осолоделые, глубинно-глееватые
Южные	Слитые, неполноразвитые

Обычные роды выделяются во всех подтипах; признаки и свойства соответствуют основным характеристикам подтипа. В полном наименовании чернозема термин рода опускается.

Слабо дифференцированные развиты на супесчаных и песчаных породах, типичные признаки черноземов выражены слабо (окраска, структура и т.п.).

Глубоковскипающие вскипают более глубоко, чем род «обычные черноземы», в связи с более выраженным промывным режимом за счет облегченного гранулометрического состава или условий рельефа. Выделяются среди типичных, обыкновенных и южных черноземов.

Бескарбонатные развиты на породах, бедных силикатным кальцием, вскипание и выделение карбонатов отсутствуют; встречаются преимущественно среди типичных, выщелоченных и оподзоленных подтипов черноземов.

Карбонатные характеризуются наличием свободных карбонатов (вскипанием) по всему профилю. Среди выщелоченных и оподзоленных черноземов не выделяются.

Солонцеватые в пределах гумусового слоя имеют уплотненный солонцеватый горизонт с содержанием обменного натрия более 5 % от емкости; выделяются среди обыкновенных и южных черноземов.

Осолоделые характеризуются наличием белесой присыпки в гумусовом слое, потечностью гумусовой окраски, лакировкой и примазками по граням структурных отдельностей в нижних горизонтах, иногда наличием обменного натрия; распространены среди типичных, обыкновенных и южных черноземов.

Глубинно-глееватые развиты на двучленных и слоистых породах, а также в условиях длительной сохранности глубинной зимней мерзлоты (Средняя и Восточная Сибирь).

Слитые развиты на иловато-глинистых породах в теплых фациях, характеризуются высокой плотностью (слитостью) горизонта **В**. Выделяются среди черноземов лесостепи.

Неполноразвитые — имеют слаборазвитый (не полный) профиль в связи с их молодостью или формированием на сильносkeletalных или хрящевато-щебнистых породах.

На виды все черноземы делятся по следующим признакам:

— по мощности гумусового слоя — сверхмощные (больше 120 см), мощные (120—80 см), среднемощные (80—40 см), маломощные (40—25 см), очень маломощные (меньше 25 см);

— по содержанию гумуса — тучные (больше 9 %), среднегумусные (9—6 %), малогумусные (6—4 %) и слабогумусированные (меньше 4 %).

Кроме того, черноземы делятся на виды по степени выраженности сопутствующего процесса (слабо-, средне-, сильно-выщелоченные, слабо-, средне-, сильносолонцеватые и т.п.).

В географическом распределении подтипов черноземов наблюдается четкая зональная закономерность. Поэтому зона черноземных почв с севера на юг подразделяется на следующие подзоны: *черноземов оподзоленных и выщелоченных, черноземов типичных, черноземов обыкновенных и черноземов южных* (рис. 8, 9, 10, 11, 12). Наиболее четко указанные подзоны выражены в европейской части страны.



Рис. 8. Чернозем оподзоленный



Рис. 9. Чернозем типичный



Рис. 10. Чернозем выщелоченный



Рис. 11. Чернозем обыкновенный

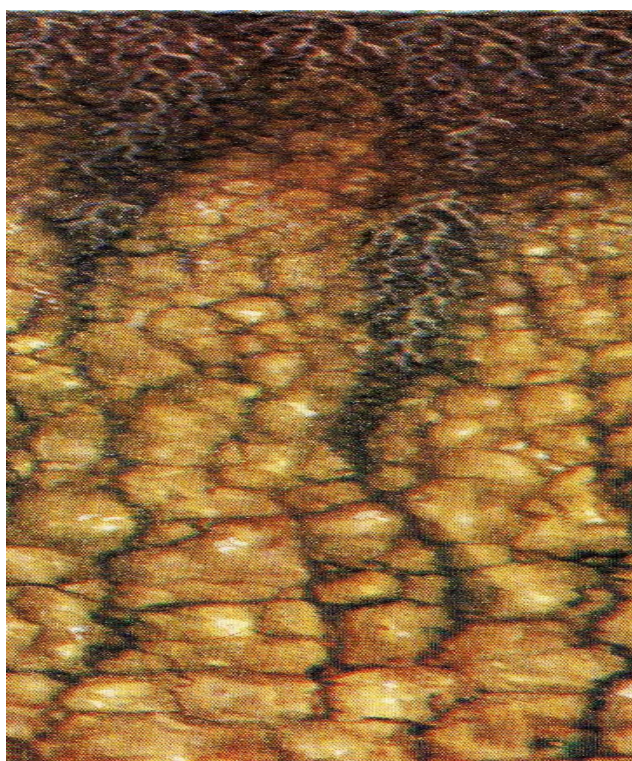


Рис. 12. Чернозем южный

6. Болотные почвы

Генезис болотных почв. Формирование и развитие болотных почв неразрывно связаны с избыточным увлажнением, которое возникает вследствие различных причин и может быть вызвано поверхностными и грунтовыми водами.

Поверхностные воды могут застаиваться в котловинах, западинах и других отрицательных элементах рельефа, куда вода стекает с окружающей местности. Вода может застаиваться и на равнинных территориях в случае слабого поверхностного стока или его отсутствия при плотном водоупорном горизонте в толще почвы или почвообразующей породы.

При неглубоком залегании грунтовые воды подходят к дневной поверхности и, насыщая верхние горизонты почвы до полной влагоемкости, создают благоприятные условия для развития болотной растительности. Болотные почвы формируются под воздействием двух процессов — торфообразования и оглеения. Их часто объединяют под одним термином — «болотный процесс».

Торфообразование — накопление на поверхности почвы полуразложившихся растительных остатков в результате замедленной их гумификации и минерализации в условиях избыточного увлажнения. В начальной стадии заболачивания появляются влаголюбивые автотрофные травянистые растения, которые в последующие стадии сменяются зелеными мхами, кукушкиным льном и, наконец, белым мхом —сфагнумом. Избыточное увлажнение сказывается не только на составе растительности, но и на темпах и характере разложения ее остатков.

В анаэробных условиях интенсивность окислительных процессов сильно ослабляется и органические вещества до конца не минерализуются. Разложение их при анаэробном разложении приводит к образованию промежуточных продуктов в виде низкомолекулярных органических кислот (масляная, уксусная, молочная и др.), которые подавляют жизнедеятельность микроорганизмов, играющих основную роль в процессах превращения органических веществ в почве.

При разложении органических остатков в анаэробных условиях на поверхности почвы накапливаются полуразложившиеся органические вещества в виде торфа. Мощность слоя торфа может достигать 10 м и более.

В торфообразовании важная роль принадлежит разнообразным почвенным микроорганизмам. В естественном состоянии торфяная толща содержит до 95 % воды, поэтому в ней господствуют восстановительные условия. Пористость аэрации возникает временно лишь в поверхностном 5—10-сантиметровом слое, где и развиваются наиболее активные биохимические процессы превращения органического вещества торфа.

Степень разложения торфа в полевых условиях определяется по следующим признакам:

не разложившийся торф (степень разложения — до 15 %): поверхность торфа шероховатая от остатков растений, которые хорошо различимы, вода выжимается струей, как из губки, прозрачная, светлая;

весьма слабо-разложившийся (степень разложения — 15—20 %): вода слабо-желтоватого цвета, выжимается частыми каплями, почти образуя струю;

слабо-разложившийся (степень разложения — 20—25 %): вода желтого цвета, отжимается в большом количестве, растительные остатки заметны хуже;

среднеразложившийся (степень разложения — 25—35 %): масса торфа почти не продавливается в руке, остатки растительности заметны. Вода светло-коричневого цвета, отжимается частыми каплями, торф начинает пачкать руки;

хорошо разложившийся (степень разложения — 35—45 %): масса торфа продавливается слабо, вода выделяется редкими каплями коричневого цвета;

сильно разложившийся (степень разложения — 45—55 %): масса торфа продавливается между пальцами, пачкая руку, в нем заметны лишь некоторые растительные остатки, вода отжимается в малом количестве, темно-коричневого цвета;

весьма сильно разложившийся (степень разложения — более 55 %): торф продавливается между пальцами в виде грязе-

подобной черной массы, вода не отжимается, растительные остатки совершенно неразличимы.

Классификация болотных почв. Общий профиль болотных почв имеет следующее морфологическое строение:

A₀ — сфагновый очес мощностью 10—15 см, соломенно-желтый или светло-буроватый, состоит из живых или слаборазложившихся стебельков мха с примесью растительного опада;

T — торфяной горизонт мощностью 20—100 см и более, от светло-бурого до темно-бурого цвета, делится на несколько подгоризонтов в зависимости от степени разложения торфа, с чем и связано изменение окраски торфа;

G — глеевый горизонт, мокрый, вязкий; верхняя часть в глинистых и суглинистых почвах окрашена в сизовато-серые и темно-серые тона, нижняя имеет зеленовато-оливковые и голубовато-сизые тона окраски; на песчаных почвах торфяной горизонт сменяется коричневым или ржаво-коричневым гумусово-железистым горизонтом, ниже которого следует голубовато-светло-серый глеевый горизонт.

Все болотные почвы таежно-лесной зоны в зависимости от происхождения, условий залегания и характера растительности *делят на болотные верховые почвы, переходные и болотные низинные почвы*. Они в свою очередь делятся на более мелкие таксономические подразделения:

Тип	Подтип	Род	Вид
Болотные верховые	Болотные торфяно-глеевые	Обычные	По мощности органогенного горизонта: торфяно-глеевые маломощные; торфяно-глеевые; торфяные на средних торфах; торфяные на глубоких торфах. По степени разложения торфа: торфяные, перегнойно-торфяные
	Болотные верховые торфяные	Переходные остаточно-низинные засфагненные Гумусово-железистые	

Болотные низинные	Низинные обедненные торфяно-глеевые	Нормально зольные	По мощности ограногенного горизонта: аналогично делению верхового болотного типа
	Низинные обед- ненные торфяные	Карбонатные	По степени разложения торфа: торфяные,
	Низинные (типичные) торфяно-глеевые	Солончаковые Сульфатно-кис- лые Оруденелые	торфяно- перегнойные, перегнойные
	Низинные (типичные) торфяные		

Болотные верховые почвы распространены преимущественно в северной и средней тайге таежно-лесной зоны. Образуются они больше всего на водоразделах в условиях увлажнения пресными застойными водами. Растительный покров их представлен главным образом сфагновым мхом, а также полукустарниками (морозка, багульник, голубика и др.) и древесными породами (ель, сосна, береза), обычно сильно угнетенными.

По степени развития процесса почвообразования различают два подтипа болотных верховых почв — болотные торфяно-глеевые и болотные верховые торфяные.

Болотные торфяно-глеевые почвы (мощность торфяных горизонтов меньше 50 см) формируются в более пониженных частях водоразделов или по окраинам верховых болот и на зандровых равнинах. В профиле почв различают сфагновый очес, торфяной горизонт, глеевый горизонт.

Болотные верховые торфяные почвы (мощность торфяных горизонтов больше 50 см) занимают центральные части верховых торфяных болот на водораздельных равнинах и песчаных

террасах таежно-лесной зоны под специфической олиготрофной растительностью.

Профиль этих почв слабо дифференцирован на горизонты и в отличие от торфяно-глеевых почв представлен органогенными горизонтами, подстилаемыми органогенной породой.

В типе верховых болотных почв выделяют следующие роды:

1. Обычные, в них органогенный горизонт (или весь профиль почвы) состоит из сфагнового торфа.

2. Переходные остаточно-низинные засфагненные образуются из болотной низинной почвы при потере верхними горизонтами связи с минерализованными грунтовыми водами, поэтому под сфагновым торфом в почве имеется слой травянистого торфа.

3. Гумусово-железистые, характерны для торфяно-глеевых почв, развивающихся на песках.

Верховые болотные почвы разделяются на виды по таким признакам.

1. По мощности органогенного горизонта в торфяной залежи:

— торфянисто-глеевые маломощные — мощность торфа от 20 до 30 см;

— торфяно-глеевые — мощность 30—50 см;

— торфяные на мелких торфах — мощность торфяной залежи 50—100 см;

— торфяные на средних торфах — мощность залежи 100—200 см;

— торфяные на глубоких торфах — мощность залежи больше 200 см.

2. По степени разложения торфа (верхние 30—50 см):

— торфяные — степень разложения торфа меньше 25 %;

— перегнойно-торфяные — степень разложения 25—45 %.

Болотные переходные почвы образуются из низинных или формируются непосредственно при заболачивании суши, когда увлажнение осуществляется попеременно жесткими и мягкими водами.

Болотные низинные торфяные почвы формируются в глубоких депрессиях рельефа на водоразделах, на древнепойменных террасах и в понижениях речных долин. Образование этих почв происходит под автотрофной и мезотрофной растительностью (осоки, тростники, гипновые мхи, ольха, ива и др.) в условиях избыточного увлажнения жесткими грунтовыми водами.

Торфяные горизонты болотных низинных почв резко отличаются по свойствам и плодородию от торфяных горизонтов верховых почв.

По степени развития процесса почвообразования различают четыре подтипа низинных почв: низинные обедненные торфяно-глеевые; низинные обедненные торфяные; низинные (типичные) торфяно-глеевые; низинные (типичные) торфяные.

Первые два подтипа формируются под действием слабо-минерализованных грунтовых вод, остальные — под воздействием жестких грунтовых вод. Первые два подтипа почв распространены преимущественно в северной и средней тайге, а последние — в южной тайге и лесостепи.

Деление на роды определяется повышенным содержанием в золе торфяных почв карбонатов, водорастворимых солей, соединений железа и т.п.

Подтипы обедненных и типичных почв не имеют четких морфологических различий и отличаются лишь по составу и свойствам (зольность, реакция среды, емкость обмена, степень насыщенности основаниями и т.д.).

V. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

1. Гранулометрический состав почвы

Тема занятий: Определение гранулометрического состава почвы.

Цель занятий: Изучить и определить гранулометрический состав и структуру почвы.

Содержание работы:

1. Знакомство с гранулометрическим составом почвы. Классификация почв по гранулометрическому составу.
2. Определение гранулометрического состава образцов почв в полевых условиях сухим и мокрым методом.
3. Определение гранулометрического состава образцов почв в лабораторных условиях методом отмучивания.
4. Структура и структурность почвы. Основные свойства структуры.
5. Определение структуры почвы по размерам и формам.

Контрольные вопросы

1. Что называется гранулометрическим составом почвы?
2. Методы определения гранулометрического состава почвы и их сущность.
3. Дать определение структуры и структурности почвы. Какие типы, роды и виды почвенной структуры вы знаете?

Почвоведение — естественно-историческая наука, предметом изучения которой является почва; ее происхождение, развитие, строение, состав и свойства, закономерности распространения на поверхности суши, формирование и развитие плодородия и способы наиболее рационального его использования и повышения.

Почва формируется из горной породы в результате почвообразовательного процесса, в котором принимают участие фак-

торы почвообразования: климат, почвообразующая горная порода, растительный и животный мир, рельеф местности, время и деятельность человека. Она приобретает ряд важных свойств и признаков, в ней возникают новые вещества, которых не было в почвообразующей породе.

1. Знакомство с гранулометрическим составом почвы.
Классификация почв по гранулометрическому составу. Гранулометрическим составом почвы называется относительное содержание в ней элементарных частиц различного размера. Сами частицы называются механическими элементами и по величине подразделяются на основные фракции (по Н.А. Качинскому). В зависимости от размера фракции подразделяются на камни (> 3 мм), гравий (3—1 мм), песок (1—0,05) — крупный (1—0,5), средний (0,5—0,25), мелкий (0,25—0,05), пыль (0,05—0,001) — крупная (0,05—0,01), средняя (0,01—0,005), мелкая (0,005—0,001), ил (0,001—0,0005), коллоиды ($< 0,0001$).

Для классификационных целей почвенные частицы объединяют в две фракции: *фракцию «физического песка»* (все частицы крупнее 0,01 мм) и *фракцию «физической глины»* (все частицы мельче 0,01 мм). *Скелетной частью почвы* называются все частицы крупнее 1 мм, а меньше 1 мм — *мелкоземом*.

В зависимости от соотношения частиц разных фракций выделяют почвы различного гранулометрического состава. В основу классификации положено содержание в почве физической глины и физического песка. В зависимости от содержания физической глины и физического песка выделяют *песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые почвы*.

2. Определение гранулометрического состава образцов почв в полевых условиях сухим и мокрым методом. Для определения гранулометрического состава почвы в полевых условиях используют сухой и мокрый методы. Сущность сухого метода заключается в раздавливании комочков ногтем на ладони и втирание его в кожу. Чем частицы жестче и прочнее втираются в кожу, тем легче почва.

Сущность мокрого метода заключается в раскатывании шнура: почву смачивают и разминают до консистенции теста.

Чем легче почва тем она шнура не образует, суглинки и глина образуют шнур. Тяжелый суглинок и глина образуют кольцо.

3. Определение гранулометрического состава образцов почв в лабораторных условиях методом отмучивания основано на разделении песка и глины в воде вследствие различных скоростей падения механических элементов: крупные частицы в воде оседают значительно быстрее мелких.

4. Структура и структурность почвы. Основные свойства структуры. Почва обладает определенными физическими свойствами, среди которых различают структуру, общие физические свойства и физико-механические свойства. Способность почвы распадаться на агрегаты той или иной величины и формы называется *структурностью*. Совокупность отдельных комков или агрегатов составляет *структуру почвы*. Структурой же почвы называют отдельные, или агрегаты, на которые она распадается. Почва может находиться в двух состояниях — структурном и бесструктурном. В структурном состоянии частицы соединены в агрегаты различной формы и величины. В бесструктурном состоянии отдельные механические элементы не скреплены между собой и находятся в свободной форме.

Главнейшим качеством почвенной структуры являются водопрочность и пористость. Под *водопрочностью* понимается способность почвенных агрегатов противостоять размывающему и разрушающему действию воды. Под *пористостью* структурных агрегатов понимается суммарное количество внутриагрегатных пор, выраженное в процентах. Агрономически ценная структура имеет пористость, приближающуюся к 50 %.

5. Определение структуры почвы по размерам и формам. Механические частицы в зависимости от природных условий развития той или иной почвы способны образовывать структурные агрегаты различной величины и формы.

В зависимости от размера агрегатов структуру подразделяют на глыбистую (подразумевают те почвенные комочки, диаметр которых больше 10 мм), макроструктуру (10—0,25 мм), грубую микроструктуру и тонкую микроструктуру (менее 0,25 мм).

Различают три основных типа структуры:

— *кубовидная* — структурные отдельности равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям;

— *призмовидная* — структурные отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси;

— *плитовидная* — структурные отдельности развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении.

В свою очередь каждый тип структуры почвы подразделяются на род и вид в зависимости от характера ребер, граней и размера на более мелкие единицы.

Кубовидная структура делится на род:

— *глыбистая, комковатая, пылеватая* (границы и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы);

— *ореховатая, зернистая* (границы и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы).

Каждый род делится на вид (глыбистая — крупноглыбистая, мелкоглыбистая; комковатая — крупнокомковатая, комковатая, мелкокомковатая).

Призмовидная структура делится на род:

— *столбовидная* (границы и ребра плохо выражены, неправильной формы с неровными ребрами);

— *столбчатая, призматическая* (границы и ребра хорошо выражены, правильной формы).

Плитовидная структура делится на род:

— *плитчатая* — слоистая с развитыми горизонтальными плоскостями и разного характера поверхностями;

— *чешуйчатая* — со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми ребрами.

Классификация на виды и размеры агрегатов представлены в таблице 1.

В агрономическом отношении наиболее ценными являются комковатая и зернистая структура с величиной агрегатов от 1 до 10 мм.

Контрольные работы

Вариант 1

1. В зависимости от размера фракции расставьте элементарные частицы в порядке уменьшения их размера:
 - а) камни, песок, гравий, пыль, ил, коллоиды;
 - б) камни, гравий, песок, пыль, ил, коллоиды;
 - в) камни, гравий, песок, ил, пыль, коллоиды.
2. Какой метод определения гранулометрического состава почвы используют в полевых условиях:
 - а) отмучивания;
 - б) сухой;
 - в) сухой и мокрый.
3. В чем заключается сущность сухого метода определения гранулометрического состава почвы:
 - а) в раздавливании комочков почвы ногтем на ладони;
 - б) в раскатывании шнура;
 - в) основано на разделении песка и глины в воде вследствие различных скоростей падения механических элементов.
4. Какие факторы почвообразования принимают участие в формировании почв:
 - а) климат, рельеф, температура;
 - б) климат, рельеф, влажность;
 - в) климат, рельеф, время.
5. Какие размеры имеет каменистая часть фракции:
 - а) более 5 мм;
 - б) более 3 мм;
 - в) более 1 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом глину:
 - а) шнур сплошной, кольцо распадается при свертывании;
 - б) шнур сплошной, кольцо с трещинами;
 - в) шнур сплошной, кольцо стойкое.
7. Что такое структура почвы:

- а) совокупность отдельных агрегатов;
 - б) способность почвы распадаться на агрегаты;
 - в) относительное содержание механических агрегатов в почве.
8. У призматической структуры почвы:
- а) структурные отдельности равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям;
 - б) структурные отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси;
 - в) структурные отдельности развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении.
9. У глыбистой структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;
 - в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.
10. Плитовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) плитчатая и чешуйчатая;
 - б) плитчатая и столбчатая;
 - в) столбчатая и столбовидная.

Вариант 2

1. Из чего формируется почва:
- а) из продуктов разложения растительного и животного мира;
 - б) горной породы;
 - в) органического вещества.
2. Какая часть почвы называется мелкоземом:
- а) частицы крупнее 3 мм;
 - б) частицы крупнее 1 мм;
 - в) частицы менее 1 мм.

3. В чем заключается сущность мокрого метода определения гранулометрического состава почвы:
- а) в раздавливании комочков почвы ногтем на ладони;
 - б) в раскатывании шнура;
 - в) основано на разделении песка и глины в воде вследствие различных скоростей падения механических элементов.
4. Какие факторы почвообразования принимают участие в формировании почв:
- а) климат, рельеф, температура;
 - б) климат, рельеф, почвообразующие породы;
 - в) климат, рельеф, влажность.
5. Какие размеры имеет гравии:
- а) более 5 мм;
 - б) более 3 мм;
 - в) от 3 до 1 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом тяжелый суглинок:
- а) шнур сплошной, кольцо распадается при свертывании;
 - б) шнур сплошной, кольцо с трещинами;
 - в) шнур сплошной, кольцо стойкое.
7. Что такое структурность почвы:
- а) совокупность отдельных агрегатов;
 - б) способность почвы распадаться на агрегаты;
 - в) относительное содержание механических агрегатов в почве.
8. У кубовидной структуры почвы:
- а) структурные отдельности равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям;
 - б) структурные отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси;
 - в) структурные отдельности развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении.

9. У пылеватой структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;
 - в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.
10. Плитовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) плитчатая и пластинчатая;
 - б) плитчатая и столбчатая;
 - в) столбчатая и столбовидная.

Вариант 3

1. В зависимости от размера фракции расставьте элементарные частицы в порядке возрастания их размера:
- а) коллоиды, пыль, ил, песок, гравий, камни;
 - б) коллоиды, ил, пыль, песок, гравий, камни;
 - в) коллоиды, пыль, ил, гравий, песок, камни.
2. Что называется скелетной частью почвы:
- а) частицы крупнее 3 мм;
 - б) частицы крупнее 1 мм;
 - в) частицы менее 1 мм.
3. В чем заключается сущность метода отмучивания:
- а) в раздавливании комочков почвы ногтем на ладони;
 - б) в раскатывании шнура;
 - в) основано на разделении песка и глины в воде вследствие различных скоростей падения механических элементов.
4. Какие факторы почвообразования принимают участие в формировании почв:
- а) время, рельеф, температура;
 - б) климат, рельеф, микропонижения;

- в) климат, рельеф, влажность.
5. Какие размеры имеет песок мелкий:
- а) от 1 до 0,5 мм;
 - б) от 0,5 до 0,25 мм;
 - в) от 0,25 до 0,05 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом средний суглинок:
- а) шнур сплошной, кольцо распадается при свертывании;
 - б) шнур сплошной, кольцо с трещинами;
 - в) шнур сплошной, кольцо стойкое.
7. Какая часть почвы считается «физической глиной»:
- а) все почвенные частицы крупнее 0,1 мм;
 - б) все почвенные частицы крупнее 0,01 мм;
 - в) все почвенные частицы менее 0,01 мм.
8. У плитовидной структуры почвы:
- а) структурные отдельности равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям;
 - б) структурные отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси;
 - в) структурные отдельности развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении.
9. У комковатой структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;
 - в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.
10. Плитовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) столбчатая и пластинчатая;
 - б) плитчатая и листоватая;

в) столбчатая и столбовидная.

Вариант 4

1. Гранулометрическим составом почвы называется:
 - а) суммарное количество внутриагрегатных пор;
 - б) относительное содержание в почве элементарных частиц различного размера;
 - в) содержание в почве фракции «физического песка» и «физической глины».
2. Какой метод определения гранулометрического состава почвы используют в лабораторных условиях:
 - а) отмучивания;
 - б) сухой;
 - в) сухой и мокрый.
3. Расставьте почвы по мере уменьшения размера механических элементов:
 - а) песчаные, супесчаные, глинистые, суглинистые;
 - б) песчаные, супесчаные, суглинистые, глинистые;
 - в) супесчаные, песчаные, глинистые, суглинистые.
4. Какие факторы почвообразования принимают участие в формировании почв:
 - а) почвообразующие породы, рельеф, температура;
 - б) климат, рельеф, микропонижения;
 - в) климат, рельеф, влажность.
5. Какие размеры имеет песок средний:
 - а) от 1 до 0,5 мм;
 - б) от 0,5 до 0,25 мм;
 - в) от 0,25 до 0,05 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом легкий суглинок:
 - а) шнур дробится при раскатывании;
 - б) образуются зачатки шнура;

- в) шнур не образуется.
7. Какая часть почвы считается «физическим песком»:
- а) все почвенные частицы крупнее 0,1 мм;
 - б) все почвенные частицы крупнее 0,01 мм;
 - в) все почвенные частицы менее 0,01 мм.
8. В зависимости от размера агрегатов структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) глыбистая, комковатая и макроструктура;
 - б) глыбистая, комковатая и микроструктура;
 - в) глыбистая, макроструктура и микроструктура.
9. У ореховатой структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;
 - в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.
10. Комковатая структура почвы относится:
- а) к типу структуры;
 - б) роду структуры;
 - в) виду структуры.

Вариант 5

1. К легким по гранулометрическому составу относятся почвы:
- а) песчаные, супесчаные, легкосуглинистые;
 - б) песчаные, легкосуглинистые, тяжелосуглинистые;
 - в) песчаные, супесчаные, глинистые.
2. В основу классификации почв по гранулометрическому составу положено:
- а) содержание в почве «физического песка»;
 - б) содержание в почве «физической глины»;

- в) содержание в почве «физического песка» и «физической глины».
3. Структура почвы может находиться:
- а) в структурном и связанном состоянии;
 - б) структурном и бесструктурном состоянии;
 - в) структурном и глыбистом состоянии.
4. Какие факторы почвообразования принимают участие в формировании почв:
- а) почвообразующие породы, рельеф, время;
 - б) рельеф, микропонижения, время;
 - в) климат, рельеф, влажность.
5. Какие размеры имеет песок мелкий:
- а) от 1 до 0,5 мм;
 - б) от 0,5 до 0,25 мм;
 - в) от 0,25 до 0,05 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом песок:
- а) шнур дробится при раскатывании;
 - б) образуются зачатки шнура;
 - в) шнур не образуется;
7. В структурной почве механические элементы:
- а) скреплены между собой;
 - б) не скреплены между собой;
 - в) скреплены между собой или могут находиться в свободной форме.
8. Кубовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) глыбистая, комковатая, столбовидная;
 - б) глыбистая, комковатая, пылеватая;
 - в) глыбистая, пылеватая, столбчатая.
9. У зернистой структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;

в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.

10. Глыбистая структура почвы относится:

- а) к типу структуры;
- б) роду структуры;
- в) виду структуры.

Вариант 6

1. Гранулометрическим составом почвы называется:

- а) суммарное количество внутриагрегатных пор;
- б) относительное содержание в почве механических элементов различного размера;
- в) содержание в почве фракции «физического песка» и «физической глины».

2. У чешуйчатой структуры почвы сильнее развиты:

- а) структурные отдельности по вертикальной оси;
- б) структурные отдельности по горизонтальной оси;
- в) структурные отдельности равномерно по горизонтальной и вертикальной осям.

3. Расставьте почвы по мере увеличения размера механических элементов:

- а) глинистые, суглинистые, песчаные, супесчаные;
- б) песчаные, суглинистые, глинистые, супесчаные;
- в) глинистые, суглинистые, супесчаные, песчаные.

4. Какие факторы почвообразования принимают участие в формировании почв:

- а) почвообразующие породы, рельеф, животный мир;
- б) почвообразующие породы, рельеф, животный и растительный мир;
- в) почвообразующие породы, рельеф, растительный мир.

5. Какие размеры имеет пыль крупная:

- а) от 0,05 до 0,01 мм;

- б) от 0,01 до 0,005 мм;
 - в) от 0,005 до 0,001 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом супесь:
- а) шнур дробится при раскатывании;
 - б) образуются зачатки шнура;
 - в) шнур не образуется.
7. В бесструктурной почве механические элементы:
- а) скреплены между собой;
 - б) не скреплены между собой;
 - в) скреплены между собой или могут находиться в свободной форме.
8. Кубовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) глыбистая, столбчатая, столбовидная;
 - б) ореховатая, комковатая, пылеватая;
 - в) глыбистая, пылеватая, столбчатая.
9. У столбовидной структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;
 - в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.
10. Плитовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) столбчатая и пластинчатая;
 - б) пластинчатая и листоватая;
 - в) столбчатая и столбовидная.

Вариант 7

1. К холодным по гранулометрическому составу относятся почвы:
- а) песчаные, супесчаные, легкосуглинистые;

- б) среднесуглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые;
 - в) тяжелосуглинистые, супесчаные, глинистые.
2. У глыбистой структуры почвы сильнее развиты:
- а) структурные отдельности по вертикальной оси;
 - б) структурные отдельности по горизонтальной оси;
 - в) структурные отдельности равномерно по горизонтальной и вертикальной осям.
3. Расставьте почвы по мере увеличения фракции «физического песка»:
- а) глинистые, суглинистые, песчаные, супесчаные;
 - б) песчаные, суглинистые, глинистые, супесчаные;
 - в) глинистые, суглинистые, супесчаные, песчаные.
4. Какие факторы почвообразования принимают участие в формировании почв:
- а) почвообразующие породы, рельеф, животный мир;
 - б) время, рельеф, животный и растительный мир;
 - в) почвообразующие породы, рельеф, растительный мир.
5. Какие размеры имеет пыль средняя:
- а) от 0,05 до 0,01 мм;
 - б) от 0,01 до 0,005 мм;
 - в) от 0,005 до 0,001 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом песок:
- а) шнур дробится при раскатывании;
 - б) образуются зачатки шнура;
 - в) шнур не образуется.
7. Что такое водопрочность структуры почвы:
- а) способность почвенных агрегатов противостоять размывающему действию воды;
 - б) способность почвенных агрегатов противостоять разрушающему действию воды;
 - в) способность почвенных агрегатов противостоять размывающему и разрушающему действию воды.

8. Призмовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) столбовидная, столбчатая, призматическая;
 - б) ореховатая, комковатая, пылеватая;
 - в) глыбистая, пылеватая, столбчатая.
9. У столбчатой структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;
 - в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.
10. Ореховатая структура почвы относится:
- а) к типу структуры;
 - б) роду структуры;
 - в) виду структуры.

Вариант 8

1. К тяжелым по гранулометрическому составу относятся почвы:
- а) песчаные, супесчаные, легкосуглинистые;
 - б) среднесуглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые;
 - в) тяжелосуглинистые, супесчаные, глинистые.
2. У столбовидной структуры почвы сильнее развиты:
- а) структурные отдельности по вертикальной оси;
 - б) структурные отдельности по горизонтальной оси;
 - в) структурные отдельности равномерно по горизонтальной и вертикальной осям.
3. Расставьте почвы по мере уменьшения фракции «физического песка»:
- а) песчаные, супесчаные, глинистые, суглинистые;

- б) песчаные, супесчаные, суглинистые, глинистые;
 - в) супесчаные, песчаные, глинистые, суглинистые.
4. В агрономическом отношении наиболее ценными являются:
- а) комковатая и зернистая структуры;
 - б) ореховатая и столбовидная структуры;
 - в) столбчатая и плитчатая структуры.
5. Какие размеры имеет пыль мелкая:
- а) от 0,05 до 0,01 мм;
 - б) от 0,01 до 0,005 мм;
 - в) от 0,005 до 0,001 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом легкий суглинок:
- а) шнур дробится при раскатывании;
 - б) образуются зачатки шнура;
 - в) шнур не образуется.
7. Что такое пористость почвы:
- а) суммарное количество пор;
 - б) суммарное количество внутриагрегатных пор;
 - в) суммарное количество внутриагрегатных пор, выраженное в процентах.
8. Плитовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) чешуйчатая, столбчатая, призматическая;
 - б) плитчатая, комковатая, пылеватая;
 - в) листоватая, плитчатая, пластинчатая.
9. У призматической структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;
 - в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.
10. Пылеватая структура почвы относится:
- а) к типу структуры;

- б) роду структуры;
- в) виду структуры.

Вариант 9

1. К теплым по гранулометрическому составу относятся почвы:
 - а) песчаные, супесчаные, легкосуглинистые;
 - б) среднесуглинистые, тяжелосуглинистые, глинистые;
 - в) тяжелосуглинистые, супесчаные, глинистые.
2. Что называется скелетной частью почвы:
 - а) частицы крупнее 3 мм;
 - б) частицы крупнее 1 мм;
 - в) частицы менее 1 мм.
3. Расставьте почвы по мере увеличения фракции «физической глины»:
 - а) песчаные, супесчаные, глинистые, суглинистые;
 - б) песчаные, супесчаные, суглинистые, глинистые;
 - в) супесчаные, песчаные, глинистые, суглинистые.
4. Макроструктура почвы — это:
 - а) почвенные агрегаты размером более 10 мм;
 - б) почвенные агрегаты размером от 10 до 0,25 мм;
 - в) почвенные агрегаты размером менее 0,25 мм.
5. Какие размеры имеет песок мелкий:
 - а) от 1 до 0,5 мм;
 - б) от 0,5 до 0,25 мм;
 - в) от 0,25 до 0,05 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом средний суглинок:
 - а) шнур сплошной, кольцо распадается при свертывании;
 - б) образуются зачатки шнура;
 - в) шнур сплошной, кольцо стойкое.
7. Крупноглыбистая структура почвы относится:
 - а) к типу структуры;

- б) роду структуры;
 - в) виду структуры.
8. Плитовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) чешуйчатая, столбчатая, призматическая;
 - б) плитчатая, комковатая, пылеватая;
 - в) листоватая, плитчатая, пластинчатая.
9. У столбчатой структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;
 - в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.
10. Зернистая структура почвы относится:
- а) к типу структуры;
 - б) роду структуры.
 - в) виду структуры.

Вариант 10

1. В зависимости от размера фракции расставьте элементарные частицы в порядке уменьшения их размера:
- а) камни, песок, гравий, пыль, ил, коллоиды;
 - б) камни, гравий, песок, пыль, ил, коллоиды;
 - в) камни, гравий, песок, ил, пыль, коллоиды.
2. У столбчатой структуры почвы сильнее развиты:
- а) структурные отдельности по вертикальной оси;
 - б) структурные отдельности по горизонтальной оси;
 - в) структурные отдельности равномерно по горизонтальной и вертикальной осям.
3. В чем заключается сущность метода отмучивания:
- а) в раздавливании комочков почвы ногтем на ладони;
 - б) в раскатывании шнура;

- в) основано на разделении песка и глины в воде вследствие различных скоростей падения механических элементов.
4. Какие факторы почвообразования принимают участие в формировании почв:
- а) почвообразующие породы, рельеф, температура;
 - б) климат, рельеф, микропонижения;
 - в) климат, рельеф, влажность.
5. Какие размеры имеет ил:
- а) от 0,005 до 0,001 мм;
 - б) от 0,001 до 0,0005 мм;
 - в) менее 0,0001 мм.
6. Как определить в полевых условиях мокрым методом песок:
- а) шнур дробится при раскатывании;
 - б) образуются зачатки шнура;
 - в) шнур не образуется.
7. Что такое водопрочность структуры почвы:
- а) способность почвенных агрегатов противостоять размывающему действию воды;
 - б) способность почвенных агрегатов противостоять разрушающему действию воды;
 - в) способность почвенных агрегатов противостоять размывающему и разрушающему действию воды.
8. Плитовидная структура почвы подразделяется на следующие роды:
- а) чешуйчатая, листоватая, пластинчатая;
 - б) плитчатая, комковатая, пылеватая;
 - в) листоватая, плитчатая, столбчатая.
9. У пылевой структуры почвы:
- а) грани и ребра выражены плохо, агрегаты неправильной формы;
 - б) грани и ребра хорошо выражены, агрегаты правильной формы;

в) грани и ребра выражены плохо, агрегаты правильной формы.

10. Плитчатая структура почвы относится:

а) к типу структуры;

б) роду структуры;

в) виду структуры.

Ответы на контрольные вопросы

1 вариант: 1 — б; 2 — в; 3 — а; 4 — в; 5 — б; 6 — в; 7 — а;
8 — б; 9 — а; 10 — а.

2 вариант: 1 — б; 2 — в; 3 — б; 4 — б; 5 — в; 6 — б; 7 — б;
8 — а; 9 — а; 10 — а.

3 вариант: 1 — б; 2 — б; 3 — в; 4 — а; 5 — в; 6 — а; 7 — в;
8 — в; 9 — а; 10 — б.

4 вариант: 1 — б; 2 — а; 3 — б; 4 — а; 5 — б; 6 — а; 7 — б;
8 — в; 9 — б; 10 — б.

5 вариант: 1 — а; 2 — в; 3 — б; 4 — а; 5 — в; 6 — в; 7 — а;
8 — б; 9 — б; 10 — б.

6 вариант: 1 — б; 2 — б; 3 — в; 4 — б; 5 — а; 6 — б; 7 — б;
8 — б; 9 — а; 10 — б.

7 вариант: 1 — б; 2 — в; 3 — в; 4 — б; 5 — б; 6 — в; 7 — в;
8 — а; 9 — б; 10 — б.

8 вариант: 1 — б; 2 — а; 3 — б; 4 — а; 5 — в; 6 — а; 7 — в;
8 — в; 9 — б; 10 — б.

9 вариант: 1 — а; 2 — б; 3 — б; 4 — а; 5 — в; 6 — а; 7 — в;
8 — в; 9 — б; 10 — б.

10 вариант: 1 — б; 2 — а; 3 — в; 4 — а; 5 — б; 6 — в; 7 — в;
8 — в; 9 — а; 10 — б.

2. Поглотительная способность почвы

Тема занятий: Поглотительная способность почвы.

Цель занятий: Выявить, какими свойствами обладает почва.

Содержание работы

1. Поглощительная способность почвы и ее виды.
2. Механическое поглощение.
3. Физическое поглощение.
4. Химическое поглощение.
5. Физико-химическое поглощение.
6. Биологическое поглощение.
7. Кислотность почвы и ее виды.
8. Актуальная и потенциальная кислотности почвы.
9. Определение норм известкования кислых почв.

Контрольные вопросы

1. Виды поглощительной способности почв и ее характеристика.
2. Основные свойства почвенных коллоидов.
3. Что такое кислотность почвы и ее виды?

1. Поглощительная способность почвы и ее виды.

Поглощительной способностью почвы называется способность почвы поглощать газы, пары и растворенные или взмученные в воде соединения. Явление поглощения было известно еще в Древней Греции и Древнем Риме и широко использовалось мореходами для опреснения воды. Наиболее четко и полно учение о поглощительной способности было разработано К.К. Гедройцем, который выделил пять видов поглощительной способности, отличающихся один от другого механизмом поглощения, поглощаемыми веществами и ролью в почвообразовании и плодородии почв.

По Гедройцу, различают следующие виды поглощительной способности: *механическая, физическая, физико-химическая (обменная), химическая и биологическая.*

2. Механическая поглощительная способность — свойство почвы, как всякого пористого тела, задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор. Величина этого вида поглощения зависит от гранулометрического состава почвы: чем она тяжелее по гранулометрическому составу, тем тоньше диаметр ее пор, тем выше, следовательно, механическое поглощение.

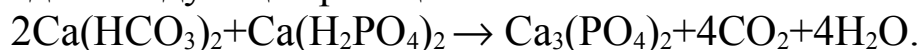
Механическая поглощительная способность играет немаловажную роль в почвообразовании и плодородии почвы. Она предотвращает вымывание из нее илистых и коллоидных частиц, находящихся в профиле. Благодаря механическому погло-

щению из пахотного слоя не вымываются вносимые удобрения, например, плохо растворимые в воде минеральные удобрения (фосфоритная мука).

3. Под физической (молекулярной) поглонительной способностью подразумевается увеличение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы, окружающем почвенные коллоиды. Поглощение молекул при этом происходит вследствие того, что поверхность почвенных коллоидов обладает свободной энергией.

Путем физического поглощения в почве могут накапливаться пары воды и разнообразные газы. Наиболее энергично поглощается вода и аммиак, менее энергично — углекислый газ и совсем слабо — кислород и молекулярный азот. При поглощении паров вокруг коллоидных частиц создаются водные оболочки, которые в дальнейшем становятся доступными растениям.

4. Химической поглонительной способностью называется способность почвы накапливать труднорастворимые в воде или почвенном растворе соединения, образующиеся в результате чисто химических реакций. При внесении в почву, содержащую $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, растворимых фосфорных удобрений происходит следующая реакция:



Образующаяся при этом соль $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ труднорастворима в воде и выпадает в осадок. Аналогичное явление наблюдается при взаимодействии водорастворимых форм фосфора с железом и алюминием.

Благодаря химическому поглощению в почве накапливаются фосфаты, которые становятся доступными для растений лишь при изменении реакции среды, иначе они находятся в почве как балласт, поэтому химическое поглощение может играть и отрицательную роль.

5. Физико-химическая, или обменная поглонительная способность, по Гедройцу, состоит в свойстве почвы обменивать некоторую часть катионов, содержащихся в твердой фазе, на эквивалентное количество катионов почвенного раствора.

В реакциях обмена участвуют только катионы, так как почвенные коллоиды заряжены в основном отрицательно и в

диффузном слое находятся положительные ионы. Обменное поглощение всегда строго эквивалентно.

Способность поглощения у разных катионов различна и зависит от их валентности и относительной атомной массы: чем выше валентность катиона, а в пределах одной валентности относительная атомная масса, тем выше и энергия поглощения.

Все катионы по этим признакам Гедройц расположил в следующий ряд: $Na^+ < NH_4^+ < K^+ < Mg^{2+} < H^+ < Ca^{2+} < Ba^{2+} < Al^{3+} < Fe^{3+}$. Исключение из этого правила — одновалентный катион водорода, который, имея наименьшую среди ионов атомную массу (равную 1), находится между двухвалентными катионами — кальцием и магнием.

Сумма всех катионов, находящихся в диффузном слое почвенных коллоидов и способных к обмену, называется *емкостью поглощения* и выражается в мг-экв на 100 г почвы. Величина емкости поглощения в минеральных почвах колеблется от 2—5 до 50—60 мг-экв/100 г почвы и зависит от содержания гумуса и количества минеральных коллоидов.

Состав поглощенных катионов в различных почвах неодинаков. Наиболее распространены катионы кальция и магния.

6. Биологическая поглощательная способность. Сущность ее заключается в поглощении почвенными микроорганизмами и корнями растений веществ из почвенного раствора.

Интенсивность биологического поглощения зависит от аэрации, влажности и других свойств почвы, служащих источником пищи и энергетического материала для преобладающих в почве микроорганизмов. Процессы биологического поглощения, изменяя концентрацию и состав почвенного раствора, существенно влияют на многочисленные сорбционные равновесия, складывающиеся в почве, и состояние сорбционного комплекса почвы.

7. Кислотность почвы и ее виды. *Кислотность почв* — способность почвы подкислять почвенный раствор или растворы солей вследствие наличия в составе почвы кислот, обменных ионов водорода и алюминия.

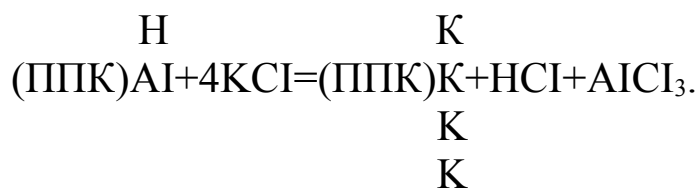
Различают следующие виды почвенной кислотности: *актуальная (или активная) кислотность* и *потенциальная (или скрытая) кислотность*, которая подразделяется в свою очередь на *обменную* и *гидролитическую*.

8. Актуальная и потенциальная кислотности почвы.

Актуальная кислотность — кислотность почвенного раствора, обусловленная повышенной концентрацией в нем ионов H^+ по сравнению с ионами OH^- . Определяется она в водной вытяжке из почвы и измеряется величиной pH, которая обозначает отрицательный логарифм концентрации ионов H в растворе. Актуальная кислотность оказывает непосредственное влияние на развитие растений и почвенных микроорганизмов.

Актуальная кислотность находится в тесной взаимосвязи с потенциальной, которая обусловлена наличием ионов водорода или алюминия в поглощенном состоянии.

Потенциальная кислотность подразделяется на обменную и гидролитическую. *Обменной кислотностью* называется кислотность, обусловленная ионами водорода и алюминия, находящимися в поглощенном состоянии и способными вытесняться в раствор при действии на почву какой-либо нейтральной соли. Например, KCl:



При обработке почвы 1 н. KCl из почвенного поглощающего комплекса переходят не все ионы водорода, часть их прочно поглощена коллоидами почв и нейтральными солями не вытесняется. Их можно вытеснить при действии на почву раствором гидролитически щелочной соли, например уксуснокислого натрия — CH_3COONa . Таким образом, *гидролитической кислотностью* называется кислотность почвы, обусловленная менее подвижными ионами водорода, которые вытесняются при обработке почвы гидролитически щелочной соли.

9. Определение норм известкования кислых почв. При проведении известкования очень важно установить оптимальную норму извести в соответствии с особенностями почвы и возделываемых растений. Количество извести, необходимое для уменьшения повышенной кислотности пахотного слоя почвы до слабокислой реакции, благоприятной для большинства культур и полезных микроорганизмов, называется *полной*.

Полную норму извести определяют по гидролитической кислотности: $CaCO_3 = H_r \cdot 1,5$. Указанный коэффициент 1,5 по-

лучается в результате следующих расчетов. Для нейтрализации 1 мг-экв кислотности (ионов Н) на 100 г почвы требуется 1 мг-экв, или 50 мг CaCO_3 , а на 1 кг — 500 мг CaCO_3 , умножив эту величину на массу пахотного слоя одного гектара почвы (3 000 000 кг) и разделив на 1 000 000 000 (для пересчета миллиграммов в тонны):

$$(500 \bullet 3\,000\,000) : 1\,000\,000\,000.$$

Контрольные работы

Вариант 1

1. Что такое механическое поглощение почвы:
 - а) свойство почвы задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор;
 - б) увеличение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы, окружающем коллоиды;
 - в) обмен некоторой части катионов, содержащихся в твердой фазе почвы на катионы почвенного раствора.
2. Какие виды поглотительной способности почвы выделил К.К. Гедройц:
 - а) механическая, физическая, молекулярная;
 - б) механическая, физическая, обменная;
 - в) механическая, физико-химическая, обменная.
3. Путем физического поглощения почва наиболее энергично поглощает:
 - а) воду и аммиак;
 - б) воду и углекислый газ;
 - в) кислород и молекулярный азот.
4. У каких катионов почвы выше энергия поглощения:
 - а) железа;
 - б) калия;
 - в) магния.
5. Что такое емкость поглощения почвы:
 - а) сумма всех катионов, способных к обмену;

- б) сумма всех анионов, способных к обмену;
 - в) обмен некоторой части катионов, содержащихся в твердой фазе, на катионы почвенного раствора.
6. Величина емкости поглощения у песчаных почв составляет:
- а) до 15 мг-экв на 100 г почвы;
 - б) до 30 мг-экв на 100 г почвы;
 - в) до 50 мг-экв на 100 г почвы.
7. Что такое обменная кислотность почвы:
- а) кислотность почвенного раствора;
 - б) кислотность твердой фазы;
 - в) кислотность твердой фазы и почвенного раствора.
8. От чего зависит способность поглощения у разных катионов почвы:
- а) от валентности;
 - б) атомной массы;
 - в) валентности и атомной массы.
9. Для нейтрализации 1 мг-экв кислотности на 100 г почвы требуется CaCO_3 :
- а) 50 мг;
 - б) 250 мг;
 - в) 500 мг.
10. Условно принята масса пахотного слоя почвы:
- а) 3 000 кг;
 - б) 300 000 кг;
 - в) 3 000 000 кг.

Вариант 2

1. Что такое физическое поглощение почвы:
- а) свойство почвы задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор;

- б) увеличение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы, окружающем коллоиды;
 - в) обмен некоторой части катионов, содержащихся в твердой фазе почвы, на катионы почвенного раствора.
2. Какие виды поглотительной способности почвы выделил К.К. Гедройц:
- а) механическая, обменная, молекулярная;
 - б) механическая, физическая, актуальная;
 - в) механическая, физико-химическая, обменная.
3. Путем физического поглощения почва менее энергично поглощает:
- а) воду и аммиак;
 - б) углекислый газ;
 - в) кислород и молекулярный азот.
4. У каких катионов почвы выше энергия поглощения:
- а) натрия;
 - б) калия;
 - в) магния.
5. В чем выражается емкость поглощения почвы:
- а) %;
 - б) экв/100 г почвы;
 - в) мг-экв/100 г почвы.
6. Величина емкости поглощения у суглинистых почв составляет:
- а) до 15 мг-экв на 100 г почвы;
 - б) до 30 мг-экв на 100 г почвы;
 - в) до 50 мг-экв на 100 г почвы.
7. Что такое потенциальная кислотность почвы:
- а) кислотность почвенного раствора;
 - б) кислотность твердой фазы;
 - в) кислотность твердой фазы и почвенного раствора.
8. Что такое полная норма извести:
- а) количество извести, необходимое для уменьшения повышенной кислотности профиля почвы до слабокислой реакции;

- б) количество извести, необходимое для уменьшения повышенной кислотности пахотного слоя почвы до слабокислой реакции;
 - в) количество извести, необходимое для уменьшения повышенной кислотности профиля почвы до слабощелочной реакции.
9. Для нейтрализации 1 мг-экв кислотности на 1 кг почвы требуется CaCO_3 :
- а) 50 мг;
 - б) 250 мг;
 - в) 500 мг.
10. Условно принята масса пахотного слоя суглинистой почвы:
- а) 30 000 кг;
 - б) 3 000 000 кг;
 - в) 30 000 000 кг.

Вариант 3

1. Что такое физико-химическое поглощение почвы:
- а) свойство почвы задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор;
 - б) увеличение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы, окружающем коллоиды;
 - в) обмен некоторой части катионов, содержащихся в твердой фазе почвы, на катионы почвенного раствора.
2. Какие виды поглотительной способности почвы выделил К.К. Гедройц:
- а) биологическая, обменная, молекулярная;
 - б) механическая, физическая, актуальная;
 - в) физическая, физико-химическая, обменная.
3. Путем физического поглощения почва слабо поглощает:
- а) воду и аммиак;
 - б) углекислый газ;
 - в) кислород и молекулярный азот.
4. У каких катионов почвы выше энергия поглощения:
- а) железа;

- б) алюминия;
 - в) магния.
5. Какие катионы наиболее распространены в почвах РФ:
- а) кальций и натрий;
 - б) железо и алюминий;
 - в) кальций и магний.
6. Величина емкости поглощения у супесчаных почв составляет:
- а) до 15 мг-экв на 100 г почвы;
 - б) до 30 мг-экв на 100 г почвы;
 - в) до 50 мг-экв на 100 г почвы.
7. Что такое актуальная кислотность почвы:
- а) кислотность почвенного раствора;
 - б) кислотность твердой фазы;
 - в) кислотность твердой фазы и почвенного раствора.
8. На какие виды почвенной кислотности делится актуальная кислотность:
- а) обменная и гидролитическая;
 - б) обменная и потенциальная;
 - в) никакая.
9. Что такое поглощательная способность почвы:
- а) способность почвы поглощать газы;
 - б) способность почвы поглощать пары и растворенные соединения;
 - в) способность почвы поглощать газы, пары и растворенные соединения.
10. Условно принята масса пахотного слоя песчаной почвы:
- а) 3 200 000 кг;
 - б) 3 000 000 кг;
 - в) 2 800 000 кг.

Вариант 4

1. Что такое физическое поглощение почвы:

- а) свойство почвы задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор;
 - б) увеличение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы, окружающем коллоиды;
 - в) обмен некоторой части катионов, содержащихся в твердой фазе почвы, на катионы почвенного раствора.
2. Какие виды поглотительной способности почвы выделил К.К. Гедройц:
- а) биологическая, потенциальная, молекулярная;
 - б) механическая, физическая, биологическая;
 - в) физическая, физико-химическая, обменная.
3. Путем физического поглощения почва слабо поглощает:
- а) воду и кислород;
 - б) углекислый газ и молекулярный азот;
 - в) кислород и молекулярный азот.
4. У каких катионов почвы выше энергия поглощения:
- а) водорода;
 - б) кальция;
 - в) магния.
5. В чем определяется гидролитическая кислотность почв:
- а) в водной вытяжке;
 - б) солевой вытяжке;
 - в) растворе гидролитически щелочной соли.
6. Величина емкости поглощения у легких почв составляет:
- а) до 15 мг-экв на 100 г почвы;
 - б) до 30 мг-экв на 100 г почвы;
 - в) до 50 мг-экв на 100 г почвы.
7. Что такое гидролитическая кислотность почвы:
- а) кислотность почвенного раствора;
 - б) кислотность твердой фазы;
 - в) кислотность твердой фазы и почвенного раствора.
8. На какие виды почвенной кислотности делится потенциальная кислотность:
- а) обменная и гидролитическая;

- б) обменная и актуальная;
 - в) никакая.
9. Какой коэффициент используют при расчете полной нормы извести:
- а) 1,5;
 - б) 2,0;
 - в) 2,5.
10. Условно принята масса пахотного слоя глинистой почвы:
- а) 3 200 000 кг;
 - б) 3 000 000 кг;
 - в) 2 800 000 кг.

Вариант 5

1. Что такое обменное поглощение почвы:
- а) свойство почвы задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор;
 - б) увеличение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы, окружающем коллоиды;
 - в) обмен некоторой части катионов, содержащихся в твердой фазе почвы, на катионы почвенного раствора.
2. У каких по гранулометрическому составу почв выше механическое поглощение:
- а) у легких;
 - б) средних;
 - в) тяжелых.
3. Путем физического поглощения почва слабо поглощает:
- а) воду и аммиак;
 - б) углекислый газ;
 - в) кислород и молекулярный азот.
4. У каких катионов почвы выше энергия поглощения:
- а) у водорода;
 - б) алюминия;
 - в) магния.
5. В чем определяется гидролитическая кислотность почв:

- а) в водной вытяжке;
 - б) солевой вытяжке;
 - в) растворе гидролитически щелочной соли.
6. Величина емкости поглощения у глинистых почв составляет:
- а) до 15 мг-экв на 100 г почвы;
 - б) до 30 мг-экв на 100 г почвы;
 - в) до 50 мг-экв на 100 г почвы.
7. От чего зависит емкость почвы:
- а) от содержания гумуса;
 - б) количества минеральных коллоидов;
 - в) содержания гумуса и количества минеральных коллоидов.
8. На какие виды почвенной кислотности делится обменная кислотность:
- а) потенциальная и гидролитическая;
 - б) гидролитическая и актуальная;
 - в) никакая.
9. По какому виду кислотности определяют полную норму извести:
- а) актуальная;
 - б) потенциальная;
 - в) обменная.
10. Условно принята масса пахотного слоя песчаной почвы:
- а) 3 200 000 кг;
 - б) 3 000 000 кг;
 - в) 2 800 000 кг.

Вариант 6

1. Что такое молекулярное поглощение почвы:
- а) свойство почвы задерживать в своей толще твердые частицы крупнее, чем система пор;
 - б) увеличение концентрации молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц почвы, окружающем коллоиды;

- в) обмен некоторой части катионов, содержащихся в твердой фазе почвы, на катионы почвенного раствора.
2. Какие виды поглотительной способности почвы выделил К.К. Гедройц:
- а) механическая, обменная, молекулярная;
 - б) механическая, физическая, актуальная;
 - в) механическая, физико-химическая, обменная.
3. Как заряжены почвенные частицы:
- а) отрицательно;
 - б) положительно;
 - в) в основном отрицательно.
4. У каких катионов почвы выше энергия поглощения:
- а) водорода;
 - б) алюминия;
 - в) магния.
5. В чем определяется обменная кислотность почв:
- а) в водной вытяжке;
 - б) солевой вытяжке;
 - в) растворе гидролитически щелочной соли.
6. Условно принята масса пахотного слоя песчаной почвы:
- а) 3 200 000 кг;
 - б) 3 000 000 кг;
 - в) 2 800 000 кг.
7. Какой коэффициент используют при расчете полной нормы извести:
- а) 1,5;
 - б) 2,0;
 - в) 2,5.
8. На какие виды почвенной кислотности делится актуальная кислотность:
- а) обменная и гидролитическая;
 - б) обменная и потенциальная;

в) никакая.

9. Что такое потенциальная кислотность почвы:

- а) кислотность почвенного раствора;
- б) кислотность твердой фазы;
- в) кислотность твердой фазы и почвенного раствора.

10. Величина емкости поглощения у песчаных почв составляет:

- а) до 15 мг-экв на 100 г почвы;
- б) до 30 мг-экв на 100 г почвы;
- в) до 50 мг-экв на 100 г почвы.

Ответы на контрольные вопросы

1 вариант: 1 — а; 2 — б; 3 — а; 4 — а; 5 — а; 6 — а; 7 — б; 8 — в;
9 — а; 10 — в.

2 вариант: 1 — б; 2 — а; 3 — б; 4 — в; 5 — в; 6 — б; 7 — б;
8 — б; 9 — в; 10 — б.

3 вариант: 1 — в; 2 — а; 3 — в; 4 — а; 5 — в; 6 — а; 7 — а; 8 — в;
9 — в; 10 — в.

4 вариант: 1 — б; 2 — б; 3 — в; 4 — б; 5 — в; 6 — а; 7 — б;
8 — а; 9 — а; 10 — а.

5 вариант: 1 — в; 2 — в; 3 — в; 4 — б; 5 — в; 6 — в; 7 — в; 8 — в;
9 — б; 10 — в.

6 вариант: 1 — б; 2 — а; 3 — в; 4 — б; 5 — б; 6 — в; 7 — а; 8 — в;
9 — б; 10 — а.

3. Водные свойства почвы

Тема занятий: Водные свойства почвы.

Цель занятий: Ознакомление с водными свойствами почвы.

Содержание работы

1. Определение влажности почвы в полевых условиях.
2. Определение гигроскопической влаги в почве.
3. Ознакомление с влагоемкостью почвы.

4. Определение водоподъемных свойств глинистой, песчаной и органогенной почв.
5. Определение водопроницаемости глинистой, песчаной и органогенной почв.

Контрольные вопросы

1. Виды почвенной влаги.
2. Перечислить водные свойства почв и дать определение.
3. Объяснить зависимость водных свойств от ее гранулометрического состава и содержания органического вещества.

1. Определение влажности почвы в полевых условиях.

Всякая почва состоит из твердой, жидкой и газообразной частей. Жидкая часть представлена водой и присутствует благодаря наличию в почве пористости. Вода не механически присутствует в почве, а находится в ней в тесном взаимоотношении.

Общее количество воды, содержащееся в почве, называется *влажностью почвы*. Влажность почвы выражают в процентах к сухой навеске почвы.

Определение полевой влажности почвы производится так: в поле берут пробы почвы весом 10—15 г и помещают в предварительно взвешенные занумерованные алюминиевые сушильные стаканчики (бюксы), плотно закрывая их крышками. Стаканчики с пробами укладывают в специальные ящики с гнездами. При взятии пробы записывают в тетрадь изучаемую тему, название поля, где взяты образцы, глубину взятия образца, обработку почвы, растительность.

Принесенные в лабораторию стаканчики с почвой немедленно взвешивают на химико-технических весах с точностью до 0,01 г и помещают в сушильный шкаф вместе с предварительно снятыми крышками, поставленными под стаканчик.

Влажность почвы определяют методом высушивания в термостате при 105°C в течение четырех часов. Затем стаканчики вынимают из шкафа, закрыв щипцами крышки, ставят в эксикатор и после охлаждения взвешивают. Влажность почвы вычисляется по формуле:

$$(B-C/C-A) \cdot 100,$$

где А — вес данного стаканчика;

В — вес стаканчика с почвой до высушивания почвы;

С — вес стаканчика с почвой после высушивания.

2. Определение гигроскопической влаги в почве. Всякая почва обладает *гигроскопичностью*, то есть способностью адсорбировать (поглощать) парообразную влагу из атмосферного воздуха и прочно удерживать ее на поверхности своих частиц. Адсорбированная сухой почвой влага из водяных паров соприкасающихся с ней атмосферного воздуха называется *гигроскопической водой*.

Гигроскопическая влага относится к связанной, потому что вода, которая находится на поверхности твердых частиц, прочно связана с почвой силами молекулярного притяжения. Количество гигроскопической влаги зависит в основном от содержания органических и минеральных частиц, способных адсорбировать влагу. Поэтому тяжелые по гранулометрическому составу почвы содержат больше гигроскопической влаги, чем легкие почвы, содержащие мало гумуса. Максимальное количество воды, которое почва может поглощать поверхностью своих частиц, называется *максимальной гигроскопичностью*.

К связанной влаге относится и *пленочная* — вода, которая располагается поверх пленки гигроскопической воды и также удерживается силами молекулярного притяжения.

Количество гигроскопической влаги определяют путем высушивания воздушно-сухой почвы до абсолютно сухого состояния.

Сначала определяют общую влажность почвы, а через 1 час в той же последовательности производят второе взвешивание. Если потеря в весе при взвешивании не будет превышать 1 мг (0,01 г), то можно ограничиться этим. Если необходимо точное определение, то сушат до тех пор, пока последующее взвешивание будет равно последнему взвешиванию, или обнаружится привес, это результат наличия окислительных процессов. В последнем случае окончательным весом считается результат предыдущего взвешивания.

Вычисляют процент гигроскопической влаги по формуле:

$$X = (A : B) \cdot 100,$$

где X — гигроскопическая влага (% от массы сухой почвы);

A — масса испарившейся воды, г;

B — масса сухой почвы, г.

Далее вычисляют коэффициент гигроскопичности (КГ):

$$\text{КГ} = (100 + X) : X,$$

где X — гигроскопическая влага, %.

Коэффициент гигроскопичности используют для пересчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на сухую. Умножая результаты различных анализов воздушно-сухой почвы на КГ, получают процентное содержание их от массы абсолютно сухой почвы.

3. Ознакомление с влагоемкостью почвы. Влагоемкость (водоудерживающая способность почвы) — свойство почвы удерживать в себе воду. Различают несколько видов влагоемкости (*полная, капиллярная и полевая*).

Наибольшее количество влаги, которое может находиться в почве при полном заполнении всех пор водой, называется полной или наибольшей влагоемкостью. Ее величина зависит от пористости почвы.

Полевой или наименьшей влагоемкостью называется наибольшее количество подвешенной влаги, которое может удерживать почва. В полевых условиях такое состояние увлажнения наблюдается после стекания гравитационной воды при отсутствии подпора грунтовых вод.

Количество воды, которое почва может удержать при полном насыщении капилляров, называется *капиллярной влагоемкостью*. Ее величина складывается из связанной, капиллярно-подвешенной и капиллярно-подпертой влаги. В структурных почвах к этим формам прибавляется гравитационная влага. Данные формы влаги относятся к свободной.

Свободной называется влага, заполняющая капилляры почвы и удерживаемая в них капиллярными силами. В зависимости от характера поступления воды в почве различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую влагу. *Капиллярно-подвешенная влага* — это вода, образующая капиллярные столбики, не смыкающиеся внизу с грунтовыми водами или верховодкой. Такая вода появляется в почве при увлажнении ее сверху атмосферными или поливными водами. *Капиллярно-подпертая влага* — это вода, которая образует капиллярные столбики в результате подъема грунтовых вод. Вода обеих форм подвижна, особенно капиллярно-подпертая.

Скорость передвижения капиллярной воды зависит от гранулометрического состава почвы, состава обменных катионов и структуры. Почвы, насыщенные одновалентными катионами и особенно натрием, при увлажнении сильно набухают. Капилляры в них становятся тонкими или совсем закупориваются, поэтому передвижение воды замедляется. Двухвалентные катионы влияют противоположно. В структурных почвах в отличие от бесструктурных нет единой системы неразорванных капилляров. Значительные по длине капилляры образуются лишь там, где агрегаты непосредственно соприкасаются. Поэтому передвижение влаги в структурных почвах в целом замедленно, что способствует лучшему сохранению воды и предохраняет почву от иссушения.

Почвенные капилляры представляют собой «трубки», диаметр которых неоднороден.

Различают еще одну форму свободной воды — *гравитационную*, которая не может удерживаться в почве и свободно передвигается по крупным порам под действием силы тяжести. Это неустойчивая форма воды и существует главным образом какое-то время после выпадения атмосферных осадков.

Вода разных форм неодинаково доступна растениям. Парообразную влагу растения непосредственно не усваивают, но, конденсируясь, она переходит в иные, используемые растениями, формы. Гигроскопическая вода очень прочно связана с почвой: она удерживается почвенными частицами с большой силой и поэтому недоступна для растений. Пленочная вода удерживается почвой с несколько меньшей силой, чем гигроскопическая, но и она, как правило, недоступна для растений. Суммарное количество гигроскопической и пленочной воды составляет так называемый *мертвый запас влаги*. Все виды свободной воды легкодоступны для растений и составляют ее продуктивный запас. Следовательно, обеспеченность растений водой зависит не только от ее общего содержания, но и от соотношения форм воды в почве.

4. Определение водоподъемных свойств глинистой, песчаной и органогенной почв. Водоподъемной способностью называется способность почвы поднимать по капиллярам влагу. Скорость и высота ее подъема зависят в первую очередь от гра-

нулометрического состава почвы. В песчаных и супесчаных почвах подъем воды по капиллярам происходит быстро, но высота подъема сравнительно невелика. В суглинистых же почвах, наоборот, подъем воды идет медленнее, но на более значительную высоту. При залегании грунтовых вод на глубине 4—5 м и выше вода способна подниматься по капиллярам до поверхности почвы и, испаряясь в атмосферу, передвигаться непрерывно.

Водоподъемная способность, с одной стороны, — положительный фактор, так как обеспечивает водой корневую систему растений, особенно тогда, когда корни не доходят до грунтовой воды, с другой стороны, увеличивая испаряемость влаги, водоподъемная способность приводит к иссушению почвы.

5. Определение водопроницаемости глинистой, песчаной и органогенной почв. *Водопроницаемостью почвы* называется ее способность впитывать и фильтровать через себя влагу. Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структуры и степени увлажнения почвы. Наиболее проницаемы для воды песчаные и супесчаные почвы, в которых поры имеют крупный размер. Попадая в эти поры, вода не переходит в капиллярную форму, а в виде гравитационной влаги просачивается вниз. В глинистых и суглинистых почвах передвижение воды вниз идет значительно медленнее, так как в них много тонких волосных капилляров. В органогенных почвах водопроницаемость хуже, чем в минеральных почвах.

В структурных почвах по сравнению с бесструктурными при одном и том же гранулометрическом составе водопроницаемость выражена лучше. Этому способствуют крупные поры и промежутки, находящиеся между структурными отдельностями. Насыщение почвы влагой постепенно уменьшает водопроницаемость.

Контрольные работы

Вариант 1

1. Что такое гигроскопическая влага почвы:

- а) общее количество воды, содержащееся в почве;
 - б) количество воды, поглощенное поверхностью твердых частиц;
 - в) вода, свободно передвигающаяся по порам под действием силы тяжести.
2. Влажность почвы определяют при температуре:
- а) 100 °С;
 - б) 105 °С;
 - в) 110 °С.
3. Пленочная вода относится:
- а) к конституционной влаге;
 - б) свободной влаге;
 - в) связанной влаге.
4. Какие показатели используют при расчете коэффициента гигроскопичности:
- а) масса сухой почвы;
 - б) масса испарившейся воды;
 - в) гигроскопическая влага.
5. Капиллярно-подвешенная вода относится:
- а) к конституционной влаге;
 - б) свободной влаге;
 - в) связанной влаге.
6. У каких почв выше водоподъемные свойства:
- а) у песчаных и супесчаных;
 - б) супесчаных и суглинистых;
 - в) суглинистых и глинистых.
7. У каких почв водопроницаемость сильнее:
- а) у песчаных и супесчаных;
 - б) супесчаных и суглинистых;
 - в) суглинистых и глинистых.
8. От чего зависит водопроницаемость почв:

- а) от гранулометрического состава;
 - б) структуры почвы;
 - в) гранулометрического состава и структуры почвы.
9. В структурных почвах водопроницаемость по сравнению с бесструктурными:
- а) выражена лучше;
 - б) выражена хуже;
 - в) одинаковая.
10. Формы воды в почве:
- а) кристаллизационная, связанная;
 - б) связанная, гигроскопическая;
 - в) связанная, капиллярно-подпертая.

Вариант 2

1. Что такое влажность почвы:
- а) общее количество воды, содержащееся в почве;
 - б) количество воды, поглощенное поверхностью твердых частиц;
 - в) вода, свободно передвигающаяся по порам под действием силы тяжести.
2. Влажность почвы определяют при температуре:
- а) 100 °С в течение 2 часов;
 - б) 105 °С в течение 4 часов;
 - в) 110 °С в течение 6 часов.
3. Гравитационная вода относится:
- а) к конституционной влаге;
 - б) свободной влаге;
 - в) связанной влаге.
4. Какие показатели используют при расчете гигроскопической влаги:
- а) коэффициент гигроскопичности;
 - б) массу испарившейся воды;

- в) гравитационную влагу.
5. Капиллярно-подпертая вода относится:
- а) к конституционной влаге;
 - б) свободной влаге;
 - в) связанной влаге.
6. Что такое влагоемкость почвы:
- а) свойство почвы удерживать в себе воду;
 - б) способность почвы поднимать по капиллярам влагу;
 - в) способность почвы впитывать и фильтровать через себя влагу.
7. У каких почв хуже водопроницаемость:
- а) у песчаных и супесчаных;
 - б) супесчаных и суглинистых;
 - в) суглинистых и глинистых.
8. От чего зависят водоподъемные свойства почв:
- а) от гранулометрического состава;
 - б) структуры почвы;
 - в) гранулометрического состава и структуры почвы.
9. При определении гигроскопической влаги сначала определяют:
- а) кристаллизационную влагу;
 - б) общую влагу;
 - в) гравитационную влагу.
10. Формы воды в почве:
- а) пленочная, связанная;
 - б) связанная, гигроскопическая;
 - в) связанная, капиллярно-подвешенная.

Вариант 3

1. Что такое свободная влага почвы:
- а) общее количество воды, содержащееся в почве
 - б) количество воды, поглощенное поверхностью твердых частиц

в) вода, заполняющая капилляры почвы и удерживаемая в них капиллярными силами

2. Влажность почвы определяют:

- а) в течение 2 часов;
- б) в течение 4 часов;
- в) в течение 6 часов.

3. Гигроскопическая вода относится:

- а) к конституционной влаге;
- б) свободной влаге;
- в) связанной влаге.

4. Какие показатели используют при расчете гигроскопической влаги:

- а) коэффициент гигроскопичности;
- б) массу сухой почвы;
- в) гравитационную влагу.

5. Капиллярно-подпертая вода относится:

- а) к конституционной влаге;
- б) свободной влаге;
- в) связанной влаге.

6. У каких почв выше водоподъемные свойства:

- а) у песчаных и глинистых;
- б) супесчаных и суглинистых;
- в) супесчаных и глинистых.

7. У песчаных почв подъем воды по капиллярам происходит:

- а) быстро, но высота подъема сравнительно невелика;
- б) медленно и высота подъема сравнительно невелика;
- в) медленно, но на большую высоту.

8. Какая влага в почве считается капиллярно-подвешенной:

- а) вода, образующая капиллярные столбики, но не смыкающиеся внизу с грунтовыми водами;
- б) вода, образующая капиллярные столбики, смыкающиеся внизу с грунтовыми водами;

в) вода свободно передвигающаяся по порам под действием силы тяжести.

9. При определении общей влаги в почве сначала определяют:

- а) кристаллизационную влагу;
- б) гигроскопическую влагу;
- в) никакую.

10. Формы воды в почве:

- а) пленочная, связанная;
- б) связанная, капиллярно-подвешенная;
- в) свободная, капиллярно-подпертая.

Вариант 4

1. Что такое гравитационная влага почвы:

- а) общее количество воды, содержащееся в почве;
- б) количество воды, поглощенное поверхностью твердых частиц;
- в) вода, свободно передвигающаяся по порам под действием силы тяжести.

2. В бесструктурных почвах гравитационная влага:

- а) содержится;
- б) не содержится;
- в) содержится, а иногда нет.

3. В структурных почвах поры:

- а) закупорены;
- б) имеют свободные промежутки;
- в) закупорены, а иногда нет.

4. Какие показатели используют при расчете общей влажности почвы:

- а) коэффициент гигроскопичности;
- б) массу сухой почвы;
- в) гравитационную влагу.

5. Капиллярно-подвешенная вода относится:

- а) к конституционной влаге;

- б) свободной влаге;
 - в) связанной влаге.
6. Что такое водопроницаемость почвы:
- а) свойство почвы удерживать в себе воду;
 - б) способность почвы поднимать по капиллярам влагу;
 - в) способность почвы впитывать и фильтровать через себя влагу.
7. У супесчаных почв подъем воды по капиллярам происходит:
- а) быстро, но высота подъема сравнительно невелика;
 - б) медленно и высота подъема сравнительно невелика;
 - в) медленно, но на большую высоту.
8. Какая влага в почве считается капиллярно-подпертой:
- а) вода, образующая капиллярные столбики, но не смыкающиеся внизу с грунтовыми водами;
 - б) вода, образующая капиллярные столбики, смыкающиеся внизу с грунтовыми водами;
 - в) вода свободно передвигающаяся по порам под действием силы тяжести.
9. Почвы, насыщенные одновалентными катионами:
- а) сильно набухают при увлажнении;
 - б) слабо набухают при увлажнении;
 - в) сильно набухают при увлажнении или совсем закупориваются.
10. Формы воды в почве:
- а) пленочная, гравитационная;
 - б) связанная, пленочная;
 - в) свободная, капиллярно-подпертая.

Вариант 5

1. Что такое влажность почвы:
- а) общее количество воды, содержащееся в почве;
 - б) количество воды, поглощенное поверхностью твердых частиц;

- в) вода заполненная в капиллярах почвы и удерживаемая капиллярными силами.
2. В структурных почвах гравитационная влага:
- а) содержится;
 - б) не содержится;
 - в) содержится, а иногда нет.
3. В бесструктурных почвах поры:
- а) закупорены;
 - б) имеют свободные промежутки;
 - в) закупорены, а иногда нет.
4. Какие показатели используют при расчете общей влажности почвы:
- а) коэффициент гигроскопичности;
 - б) масса сырой почвы;
 - в) гравитационная влага.
5. К видам влагоемкости почвы относятся:
- а) полная и наибольшая;
 - б) полевая и наименьшая;
 - в) полная и наименьшая.
6. Что такое водоподъемная способность почвы:
- а) свойство почвы удерживать в себе воду;
 - б) способность почвы поднимать по капиллярам влагу;
 - в) способность почвы впитывать и фильтровать через себя влагу.
7. У суглинистых почв подъем воды по капиллярам происходит:
- а) быстро, но высота подъема сравнительно невелика;
 - б) медленно и высота подъема сравнительно невелика;
 - в) медленно, но на большую высоту.
8. Какая влага в почве считается гравитационной:
- а) вода, образующая капиллярные столбики, но не смыкающиеся внизу с грунтовыми водами;
 - б) вода, образующая капиллярные столбики, смыкающиеся внизу с грунтовыми водами;

в) вода свободно передвигающаяся по порам под действием силы тяжести.

9. Почвы, насыщенные одновалентными катионами:

- а) сильно набухают при увлажнении;
- б) слабо набухают при увлажнении;
- в) сильно набухают при увлажнении или совсем закупориваются.

10. Формы воды в почве:

- а) пленочная, гигроскопическая;
- б) связанная, пленочная;
- в) свободная, пленочная.

Вариант 6

1. Что такое связанная влага почвы:

- а) общее количество воды, содержащееся в почве;
- б) количество воды, поглощенное поверхностью твердых частиц;
- в) вода, свободно передвигающаяся по порам под действием силы тяжести.

2. Влажность почвы определяют при температуре:

- а) 100 °С в течение 2 часов;
- б) 105 °С в течение 4 часов;
- в) 105 °С в течение 6 часов.

3. Пленочная вода относится:

- а) к конституционной влаге
- б) свободной влаге
- в) связанной влаге

4. Какие показатели используют при расчете общей влажности почвы:

- а) коэффициент гигроскопичности;
- б) масса сухой почвы;
- в) гравитационная влага.

5. К видам влагоемкости почвы относятся:

- а) полная и наибольшая;
 - б) полевая и наименьшая;
 - в) полная и капиллярная.
6. У каких почв выше водоподъемные свойства:
- а) у песчаных и супесчаных;
 - б) супесчаных и суглинистых;
 - в) суглинистых и глинистых.
7. У каких почв водопроницаемость сильнее:
- а) у песчаных и супесчаных;
 - б) супесчаных и суглинистых;
 - в) суглинистых и глинистых.
8. Какая влага в почве считается капиллярно-подвешенной:
- а) вода, образующая капиллярные столбики, но не смыкающиеся внизу с грунтовыми водами;
 - б) вода, образующая капиллярные столбики, смыкающиеся внизу с грунтовыми водами;
 - в) вода свободно передвигающаяся по порам под действием силы тяжести.
9. Почвы, насыщенные двухвалентными катионами:
- а) сильно набухают при увлажнении;
 - б) слабо набухают при увлажнении;
 - в) сильно набухают при увлажнении или совсем закупориваются.
10. Формы воды в почве:
- а) пленочная, кристаллизационная;
 - б) связанная, гравитационная;
 - в) свободная, капиллярно-подпертая.

Ответы на контрольные вопросы

- 1 вариант: 1 — б; 2 — б; 3 — в; 4 — в; 5 — б; 6 — в; 7 — а;
8 — в; 9 — а; 10 — в.
- 2 вариант: 1 — а; 2 — б; 3 — б; 4 — б; 5 — б; 6 — а; 7 — в;
8 — в; 9 — б; 10 — в.

3 вариант: 1 — в; 2 — б; 3 — в; 4 — б; 5 — б; 6 — в; 7 — а;
8 — а; 9 — в; 10 — б.

4 вариант: 1 — в; 2 — в; 3 — б; 4 — б; 5 — б; 6 — в; 7 — а;
8 — б; 9 — в; 10 — а.

5 вариант: 1 — а; 2 — в; 3 — а; 4 — б; 5 — в; 6 — б; 7 — в; 8 — в;
9 — в; 10 — в.

6 вариант: 1 — б; 2 — б; 3 — в; 4 — б; 5 — в; 6 — в; 7 — а;
8 — а; 9 — б; 10 — б.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрономия с основами ботаники / под ред. Н.А. Корлякова. — М. : Колос, 1980. — 423 с.
2. Афанасьева, Т.В. Почвы СССР / Т.В. Афанасьева [и др.]. — М. : Мысль, 1979. — 380 с.
3. Александрова, Л.Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Л.Н.Александрова, О.А. Найденова. — Л. : Агропромиздат, 1986.
4. Биологические основы сельского хозяйства / под ред. И.М. Ващенко. — М. : Академия, 2004. — 540 с.
5. Ващенко, И.М. Полевая практика по биологическим основам сельского хозяйства (почвоведение, земледелие) : учебное пособие / И.М. Ващенко [и др.]. — Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — Ч. 1. — 150 с.
6. Ващенко, И.М. Практикум по основам сельского хозяйства / И.М. Ващенко [и др.]. — М. : Просвещение, 1991. — 431 с.
7. Ващенко, И.М. Биологические основы сельского хозяйства : программы дисциплин предметной подготовки по специальности 032400 — Биология / И.М. Ващенко [и др.]. — М. : Флинта; Наука, 2001. — С. 523—544.
8. Лыков, А.М. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков, А.А. Коротков, Т.Г. Громакова. — М. : Агропромиздат, 1985. — 431 с.
9. Лыков, А.М. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков [и др.]. — М. : Колос, 1999. — 447 с.
10. Ковриго, В.П. Почвоведение с основами геологии / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова. — М. : Колос, 2000. — 416 с.
11. Почвоведение / под ред. И.С. Кауричева. — М. : Колос, 1989. — 719 с.
12. Почвоведение с основами геологии / под ред. А.И. Горбылевой. — Минск : Новое знание, 2002. — 479 с.

13. Смирнов, П.М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. — М. : Колос, 1984. — 304 с.
14. Хабаров, А.В. Почвоведение / А.В. Хабаров, А.А. Яскин. — М. : Колос, 2001. — 232 с.
15. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин [и др.]. — М. : Агропромиздат, 1989. — 639 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
История развития почвоведения	4
I. Образование почвы	9
1. Понятие о почве и ее значение в сельскохозяйственном производстве	9
2. Факторы почвообразования	12
3. Морфологические признаки почвы	20
II. Состав почвы	33
1. Минералогический и гранулометрический состав почв и почвообразующих пород	33
2. Почвенные коллоиды как носители сорбционных свойств почвы	38
3. Поглощительная способность почвы	42
4. Органическая часть почвы	45
5. Реакция почвы	48
III. Свойства почвы	54
1. Общие физические свойства почв	54
2. Физико-механические свойства почв	57
3. Водные свойства почв	60
4. Воздушный режим почв	65
5. Тепловые свойства почв	67
IV. Классификация и характеристика основных типов почв	71
1. Тундровые глеевые почвы	74
2. Подзолистые почвы	76
3. Дерново-подзолистые почвы	78
4. Серые лесные почвы	81

5. Черноземные почвы	87
6. Болотные почвы	96
V. Лабораторно-практические занятия	102
1. Гранулометрический состав почвы	102
<i>Контрольные работы</i>	106
2. Поглощительная способность почвы	122
<i>Контрольные работы</i>	127
3. Водные свойства почвы	136
<i>Контрольные работы</i>	141
Список использованной литературы	151

Для заметок

Учебное издание

Ващенко Илья Михайлович
Габиев Магомедрасул Абдурашидович

ОСНОВЫ
ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор *В.Л. Рубайлова*
Технический редактор *О.С. Верецагина*

Подписано в печать 15.08.07. Поз. № 043. Бумага офсетная. Формат 60х84¹/₁₆.
Гарнитура Times New Roman. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 9,07. Уч.-изд. л. 8,4. Тираж 500 экз. Заказ №

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»
390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46

Отпечатано в полиграфическом комплексе «Тигель»
390027, г. Рязань, ул. Касимовское шоссе, д. 25/2