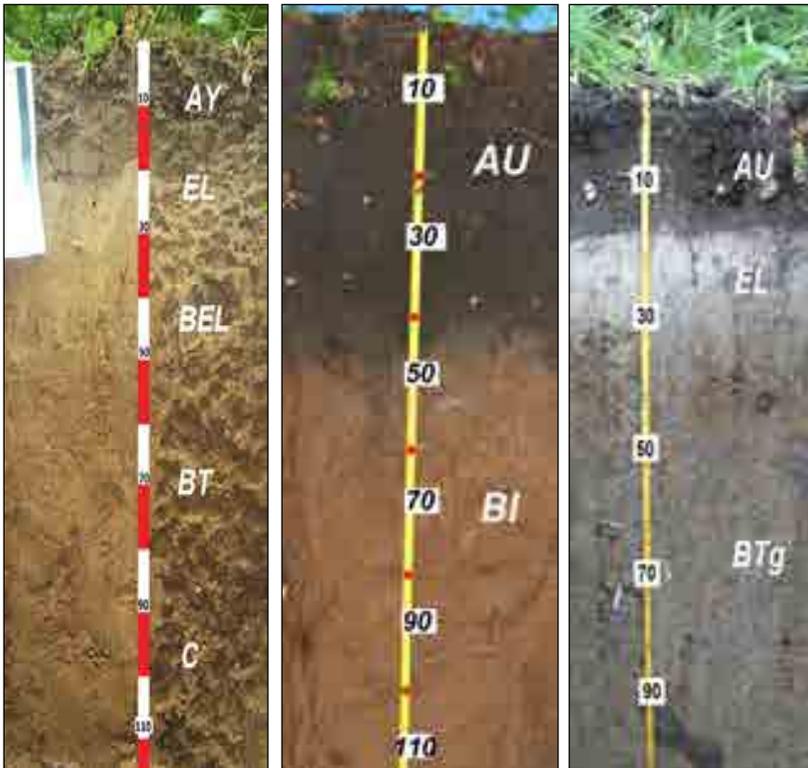


ПОЧВОВЕДЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Учебное пособие

*Допущено методическим советом
Пермского государственного
национального исследовательского университета
в качестве учебного пособия для подготовки бакалавров
естественно-научных направлений*



Пермь 2014

УДК 631.4
ББК 40.3
П65

П65 **Почвоведение.** Теория и практика лабораторных работ.
учеб. пособие / сост. О.З. Еремченко, Р.В. Кайгородов, И.Е. Шестаков, Л.А. Чудинова; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2014. – 95 с.

ISBN 978-5-7944-2404-1

В учебном пособии содержатся указания к выполнению лабораторных работ, приведены основные теоретические сведения по курсу «Почвоведение», необходимые для выполнения лабораторных работ, экспериментов и интерпретации результатов. Рассмотрены общепринятые методы изучения морфологических признаков почв, описания морфологического строения профиля почв на монолитах, методы определения некоторых свойств почвы. Пособие содержит задание для самостоятельной работы по интерпретации основных свойств почв.

Пособие предназначено для подготовки бакалавров естественно-научных направлений.

Ил. 12. Табл. 25. Библиогр. 4 назв.

УДК 631.4
ББК 40.3

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Пермского государственного национального исследовательского университета

Рецензенты: кафедра техносферной безопасности ФГБОУ ВПО Тюменского государственного архитектурно-строительного университета (зав. каф. д-р с.-х. наук, проф. **Л.Н. Скипин**); **Е.И. Попова**, канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник лаборатории «Экотоксикология» Тобольской комплексной научной станции УрО РАН, г. Тобольск.

Издание подготовлено при финансовой поддержке
программы Минобрнауки РФ «Проведение научно-исследовательских работ
(фундаментальных научных исследований, прикладных научных исследований
и экспериментальных разработок)»

ISBN 978-5-7944-2404-1

© Пермский государственный национальный
исследовательский университет, 2014
© Еремченко О.З., Кайгородов Р.В., Шестаков И.Е.,
Чудинова Л.А., составление, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1. Морфологические признаки почв | 6 |
| 1.1. Основные морфологические признаки почв..... | 6 |
| Лабораторная работа 1. Морфологические признаки почв: описание коробочных образцов..... | 25 |
| 2. Основные типы почв | 27 |
| Лабораторная работа 2. Почвы тундровой и таежно-лесной зон: описание почвенных монолитов..... | 28 |
| Лабораторная работа 3. Почвы лесостепной и степной зон: описание почвенных монолитов..... | 38 |
| Лабораторная работа 4. Почвы субтропических зон: описание почвенных монолитов..... | 48 |
| 3. Свойства почв | 54 |
| 3.1. Кислотно-основные свойства почв..... | 54 |
| Лабораторная работа 5. Определение актуальной кислотности / щелочности ($pH_{\text{вод}}$) почв..... | 55 |
| Лабораторная работа 6. Определение обменной кислотности ($pH_{\text{сол}}$) почв..... | 56 |
| Лабораторная работа 7. Определение гидролитической кис- лотности почв..... | 58 |
| Лабораторная работа 8. Качественные реакции на наличие или отсутствие определенных веществ в почвах..... | 59 |
| 3.2. Гранулометрический состав почв..... | 62 |
| Лабораторная работа 9. Органолептическое определение гра- нулометрического состава почвы..... | 63 |
| Лабораторная работа 10. Определение степени каменистости почв..... | 64 |
| Лабораторная работа 11. Определение гранулометрического состава мелкозема почвы..... | 66 |
| Лабораторная работа 12. Определение плотности и пористо- сти почв..... | 70 |
| 3.3. Биологическая активность почв..... | 73 |
| Лабораторная работа 13. Определение интенсивности почвен- ного «дыхания»..... | 73 |
| Лабораторная работа 14. Определение активности каталазы газометрическим способом..... | 75 |
| 3.4. Задание для самостоятельной работы по интерпретации свойств почв..... | 77 |
| Библиографический список | 83 |
| Приложения | 84 |

ВВЕДЕНИЕ

Участки суши на нашей планете покрыты тонкой оболочкой (мощностью не более нескольких метров), которая называется почвенным покровом. В XIX в. В.В. Докучаев показал, что почва – это результат взаимодействия климата, живых организмов, горных пород, рельефа и времени. Начало формирования почвенного покрова связано с выходом жизни на сушу в палеозойскую эру (более 500 млн лет тому назад). Почва становится новой средой обитания для разных организмов, в ней могут жить и микроскопические водные обитатели (в почвенной влаге), и макроорганизмы, использующие ее в качестве опоры (растения), как жилище и убежище, как место для хранения зародышей жизни (семян, спор, яиц, цист). Большое разнообразие и плотность жизни, включая человека, связаны с плодородием – способностью почв создавать условия для произрастания растений. К сожалению, в настоящее время почвы в большей или меньшей степени подвержены антропогенным воздействиям: от минимальных, связанных с загрязненностью атмосферы, до полного уничтожения – при добыче полезных ископаемых или на строительных объектах. Общая площадь деградированных и разрушенных земель в мире составляет около 2 млрд га. С деградацией почвенного покрова возникла угроза резкого ухудшения среды обитания человека и других живых организмов; исчезновение почвенных ресурсов ведет к снижению производства продуктов питания, сельхозпродукции.

Специалисты всех естественно-научных направлений для решения профессиональных задач должны иметь знания о разнообразии и основных свойствах почв, о факторах образования и распространении почв, а также оценивать их экологическое и ресурсное значение.

Лабораторные работы по почвоведению предназначены для закрепления основных положений лекционного курса «Почвоведение», освоения методов определения морфологических, физических, физико-химических и биологических свойств почвы. На лабораторных занятиях студенты приобретают навыки изучения морфогенетического строения профилей почв, которое является основой для диагностики и систематики почв. Студенты осваивают основные методы лабораторных исследований почв и приобретают навыки «чтения» почвенных свойств, т.е. интерпретации экспериментальных данных о свойствах почвы.

В пособии приведены теоретические сведения по разделам курса «Почвоведение», что позволит студентам закрепить лекционный мате-

риал, интерпретировать результаты экспериментов, ответить на контрольные вопросы и составить заключение по лабораторной работе.

Подготовка студентов к лабораторным работам проводится в часы, отведенные для внеаудиторной самостоятельной работы. Студенты самостоятельно знакомятся с теоретическими вопросами и содержанием предстоящей лабораторной работы по материалам настоящего пособия, используют при этом рекомендуемую в пособии литературу. Готовность студентов к работе проверяется преподавателем перед началом и по ходу эксперимента. После выполнения лабораторной работы следует письменно ответить на контрольные вопросы. Перед началом занятий проводится инструктаж по технике безопасности, которую студентам необходимо строго соблюдать при выполнении лабораторных работ.

1. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВЫ

Почвы обладают внешними, или морфологическими, признаками, по которым можно отличить одну почву от другой, судить о направленности и степени выраженности почвообразовательных процессов. Морфологические признаки являются основой для диагностики и систематики почв в полевых условиях. К основным морфологическим признакам почв относятся следующие свойства: строение генетического почвенного профиля, мощность почвы и её отдельных горизонтов, окраска, структура, сложение, новообразования и включения, характер перехода между горизонтами.

1.1. Основные морфологические признаки почв

Строение генетического почвенного профиля. Почвенный профиль – это определенная вертикальная последовательность генетических горизонтов, характерная для каждого типа почвообразования. Генетические почвенные горизонты формируются в процессе развития (генезиса) почвы и представляют собой относительно однородные, параллельные земной поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам, составу и свойствам. Строение почвенного профиля является основой диагностики типа почвообразования (рис. 1).

В процессе развития почвы происходит закономерное изменение её состава и свойств – от слабо затронутой почвообразованием материнской породы до поверхностных горизонтов почвы. Все горизонты в пределах профиля закономерно связаны друг с другом. Отдельные горизонты могут встречаться в разных типах почв, например, дерновый (АУ) или темногумусовый (АU). Однако последовательность горизонтов и их сочетание составляют характерный профиль каждой почвы. Взаимосвязь природных и антропогенных факторов почвообразования, воздействующих на исходную почвообразующую породу, обуславливают генетическую целостность и специфичность почвенного профиля.

При описании профиля допускается описание различных органических образований, которые не являются генетическими горизонтами. Различаются: лесная подстилка, представляющая собой растительный опад, состоящий из неразложившихся и слаборазложившихся остатков листьев, хвои, мелких веток; очес – отмершая, но не разложившаяся часть мха с примесью корней трав и кустарников; степной войлок – отмершие, неразложившиеся и слаборазложившиеся остатки

степной травянистой растительности. В верхней части гумусовых горизонтов возможно выделение дернины, представляющей собой скопление густо переплетенных корней трав и кустарничков в количестве более 50 % общей массы.

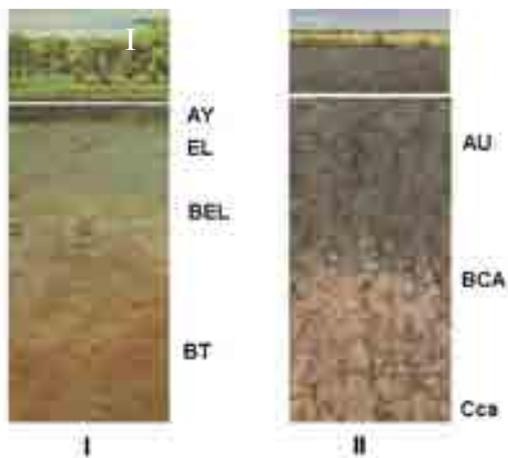


Рис. 1. Строение и внешний вид генетических профилей дерново-подзолистой почвы (I): AY – серогумусовый горизонт, EL – элювиальный горизонт, BEL – субэлювиальный горизонт, BT – текстурный горизонт; чернозема (II): AU – темногумусовый горизонт, BCA – аккумулятивно-карбонатный горизонт, Cca – почвообразующая карбонатная порода

Кроме того, можно разделить диагностические горизонты на подгоризонты или переходные горизонты (BT1, BT2, AU1, AU2, AYC). Переходные горизонты сочетают в себе черты обоих генетических горизонтов.

На лабораторных занятиях используется коллекция почв, в профиле которых присутствуют описанные ниже генетические горизонты.

Верхние горизонты почв включают органические, органоминеральные и минеральные горизонты.

Горизонт AY – серогумусовый (дерновый). Серый или буровато-серый, имеет непрочную комковато-порошистую структуру, содержит до 4-6 % гумуса, в составе которого преобладают фульвокислоты. Может иметь примесь слаборазложившихся растительных остатков.

Горизонт AU – темногумусовый. Темно-серый до черного с бурым или коричневатым оттенком и хорошо оформленной водопрочной комковатой, крупинчатой или зернистой структурой. Содержание

гумуса превышает 5–6 % в верхних 10 см, состав гумуса от гуматного до фульватно-гуматного (гуминовых кислот всегда больше).

Горизонт А₁ – светлогумусовый. Светло-серый или палево-серый, имеет комковатую структуру и компактное сложение. Содержит в верхних 10 см менее 5 % гумуса. Насыщен основаниями, часто содержит карбонаты, не оформленные в новообразования. Реакция от щелочной до нейтральной. Характерен для почв сухостепных и полупустынных подзон с теплым аридным климатом.

Горизонт Н – перегнойный. Темно-коричневый до черного, мажущейся консистенции. Состоит из сильно разложившихся, утративших исходное строение (степень разложения более 50 %). Содержание органического вещества более 25 % от массы горизонта. На протяжении большей части вегетационного периода находится во влажном состоянии. Мощность горизонта превышает 10 см.

Горизонт Т – торфяной. Состоит из органического вещества разной степени разложения (не выше 50 %) и разного ботанического состава. Содержание органического вещества, определяемое как потеря от прокаливания, более 35 % от массы горизонта. Формируется в условиях регулярного переувлажнения. Имеет мощность 10-50 см, подстилается минеральным горизонтом, оглеенным или водонасыщенным.

Горизонт Т₀ – олиготрофно-торфяной. Формируется в верхней части торфяной толщи. Состоит преимущественно из остатков сфагновых мхов разной степени разложения, не превышающей 50 %, при содержании органического вещества более 35 % от массы горизонта. Характеризуется светлой окраской, низкой (менее 6 %) зольностью. В течение значительной части вегетационного периода насыщен водой.

Элювиальные горизонты характеризуются выносом вещества, отличаются механизмами иллювиирования и составом остаточных продуктов.

Горизонт Е – подзолистый. Белесый до белого, что связано с отсутствием красящих пленок на минеральных зернах. Чаще всего имеет легкий (песчаный и супесчаный) гранулометрический состав. Бесструктурный или со слабовыраженной комковатой структурой. Имеет сплошное залегание и контрастно выделяется в профиле по цвету. Для горизонта характерно разрушение минералов всех гранулометрических фракций, в результате чего минеральная масса обеднена полуторными оксидами (или только оксидами железа). Характерен для альфегумусовых почв (подзолы, подбуры, дерново-подбуры).

Горизонт Е_L – элювиальный. Наиболее светлый в профиле, часто с сероватым, палевым или буроватым оттенками. По гранулометрическому составу не легче супесчаного. Почвенная масса организо-

вана в субгоризонтальные структурные отдельности (плитчатая, слоеватая, чешуйчатая, листоватая структура). Обычна хроматическая дифференциация субгоризонтальных отдельностей (нижние поверхности темнее верхних), а также сегрегация соединений железа и марганца в конкреции. В отличие от подзолистого горизонта в элювиальном горизонте происходит селективное разрушение преимущественно тонких гранулометрических фракций. Масса горизонта обеднена по сравнению с нижележащей породой не только полуторными оксидами, но и илистой фракцией. Характерен для текстурно-дифференцированных почв (дерново-подзолистые, серые, темно-серые, солоды).

Горизонт AEL – гумусово-элювиальный. Белесовато-серый или серый с гнездами белесого материала. Как правило, структура комковатая, с тенденцией к горизонтальной делимости. Обеднен илом и полуторными оксидами по сравнению с нижележащим горизонтом, содержит 1-2 % гумуса при равном содержании гумусовых кислот. Является диагностическим при отсутствии горизонта **EL** в типах серых и темно-серых почв.

Горизонт ELM – элювиально-метаморфический. Светло-бурый с оттенками желтых, красноватых, палевых тонов, светлее среднего горизонта. Окраска связана с повышенным содержанием оксалаторастворимых форм оксидов железа, хотя признаков иллювиорования железа не диагностируется. Структура ореховато-комковатая. Слабо обеднен илом и полуторными оксидами по сравнению с нижележащим горизонтом. Содержит до 1,5 % гумуса, в составе которого преобладают гумусовые соединения, связанные с железом.

Горизонт BEL – субэлювиальный. Состоит из комбинации светлых и бурых, иногда темных фрагментов, различающихся по сложению, гранулометрическому составу и структуре. Белесые фрагменты легче по гранулометрическому составу, бесструктурные или имеют тенденцию к горизонтальной делимости. Более темные суглинисто-глинистые фрагменты сохраняют элементы ореховатой структуры, свойственной текстурному горизонту. Представляет собой зону деградации (часто в виде чередования светлых языков и бурых пятен) верхней части текстурной толщи. Характерен для текстурно-дифференцированных почв (дерново-подзолистых, серых и темно-серых).

Срединные горизонты сформированы процессами аккумуляции и/или трансформации вещества.

Горизонт BT – текстурный. Бурый или коричнево-бурый. По гранулометрическому составу практически всегда не легче среднесуглинистого. Имеет ореховато-призматическую многопорядковую структуру и обильные аккумулятивные пленки разного состава (глинистые, пылевато-глинистые, гумусово-глинистые, железисто-

глинистые) на гранях структурных отдельностей, в связи с чем поверхности педов темнее внутрипедной массы. Кутаны часто перекрываются светлыми песчано-пылеватыми скелетанами. Характерно существенное обогащение илом по сравнению с вышележащим горизонтом, а также полуторными оксидами. Характерен для текстурно-дифференцированных почв (дерново-подзолистых, серых и темно-серых, солодей).

Горизонт VI – глинисто-иллювиальный. Бурый или коричневато-бурый, имеет хорошо выраженную ореховато-призматическую структуру, часто многопорядковую. В структурных отдельностях заметно различие в окраске: поверхность педов темнее внутрипедной массы. Иллювиирование тонкодисперсного материала проявляется в наличии тонких глинистых или гумусово-глинистых кутан по граням структурных отдельностей. Допускается ограниченное присутствие скелетан. Характерно отсутствие или слабое накопление илистой фракции по сравнению с вышележащим горизонтом. По структурной организации горизонт имеет черты сходства с текстурным, но, в отличие от него, существенно слабее проявляется иллювиирование глины. Характерен для черноземов глинисто-иллювиальных.

Горизонт VM – структурно-метаморфический. Выделяется по проявлению педогенной организации минеральной массы, отличающейся от почвообразующей породы, чаще всего с образованием комковатой, ореховато-комковатой, как правило, однопорядковой структуры. Пленки иллювиирования на структурных отдельностях отсутствуют. Обычно по сравнению с почвообразующей породой имеет более яркие и теплые тона окраски – ярко-бурые, желтые или коричневые. Возможно повышенное содержание ила и несиликатных форм оксидов железа.

Горизонт VMK – ксерометаморфический. Имеет коричневатую или рыжевато-бурый (каштановый) или палево-бурый цвет, мелкопризматическую структуру. Грани структурных отдельностей имеют шероховатую матовую поверхность, кутаны иллювиирования отсутствуют. Горизонт плотный, с низкой порозностью, может быть обогащен илом по сравнению с вышележащим горизонтом. Содержит карбонаты без морфологически оформленных новообразований. Характерен для каштановых почв.

Горизонт VCA – аккумулятивно-карбонатный. Преимущественно палевый или буровато-палевый, наследующий цвет почвообразующей породы. Структура морфологически слабо оформлена, глыбистая или крупнокомковатая. Обязательно присутствие ясно выраженных карбонатных новообразований, обусловленных восходящей и нисходящей миграцией почвенных растворов. Количество карбонатов

максимально по сравнению с другими горизонтами профиля. Характерен для чернозема, каштановой почвы, солонца, серозема.

Горизонт BSN – солонцовый. Коричневато-бурый или темно-бурый. Плотный, имеет хорошо выраженную многопорядковую столбчатую или ореховато-призматическую структуру, прочную в сухом состоянии и неустойчивую при намокании. Структурные отдельности покрыты сплошными темными глянцевыми гумусово-глинистыми или глинистыми кутанами. Верхняя часть столбчатых отдельностей перекрыта обильной белесой скелетаной. Горизонт обогащен илом, характеризуется пептизацией глинистого материала. Характерен для солонцов.

Гидрогенные горизонты

Горизонт G – глеевый. В горизонте преобладают холодные тона окраски: сизые, зеленоватые или голубые, занимающие более 50 % площади вертикального среза горизонта. Присутствуют локальные ржавые и охристые пятна, тяготеющие к периферии горизонта, корневым ходам, макротрещинам и другим зонам окисления. Бесструктурный, слабопористый. Характерен длительный период восстановительных условий, способствующих мобилизации и частичному выносу соединений железа.

Галоморфные горизонты

Горизонт S – солончаковый. Характеризуется наличием в верхнем слое почвенного профиля в пределах 20 см легкорастворимых солей в количестве 1 % и более, что исключает развитие большинства растений, кроме галофитов. Окраска от светлой, буровато-палевой, до темно-серой, содержание гумуса выше 2 %. В сухом состоянии имеет солевую корку или/или солевые выцветы.

Качественные особенности генетических горизонтов, не нарушающие их основные диагностические показатели и потому не влияющие на идентификацию типов почв, рассматриваются как *генетические признаки* почв. Генетические признаки почв служат основанием для выделения подтипов почв.

В коллекции почв, используемых на лабораторных занятиях, встречаются следующие генетические признаки почв:

e – наличие в горизонтах верхней части профиля тонкой прослойки (менее 2 см), отдельных линз или пятен осветленного материала. Этим же признаком обозначается присутствие в минеральных горизонтах песчаных или крупнопылеватых зерен, лишенных красящих пленок. Эти зерна либо локализируются в виде обильных светлых скелетан на гранях структурных отдельностей и стенках вертикальных трещин, либо рассеяны в массе горизонта и создают эффект «седоватости». Служат основанием для выделения оподзоленных подтипов (чернозем глинисто-иллювиальный оподзоленный), а при наличии в

профиле аккумулятивно-карбонатного горизонта – осолоделых подтипов (чернозем осолоделый, солонец темный осолоделый);

sn – наличие в профиле морфологических признаков солонцеватости в виде тенденции к столбчатости или призмovidности в структуре, уплотнения и потемнения окраски, глянцевых пленок по граням структурных отдельностей, обычно более темных, чем внутриведная масса. Служит основанием для выделения солонцеватых почв (чернозем карбонатный солонцеватый);

g – наличие сизоватых или зеленоватых тонов окраски, занимающих менее 50 % площади вертикального среза, и охристо-ржавых пятен, конкреций и примазок, свидетельствующих о перераспределении оксидов железа в условиях периодического переувлажнения. Служит основанием для выделения подтипов глееватых почв (серогумусовая глееватая);

s – наличие в любом горизонте почвенного профиля легкорастворимых солей в количестве выше 0,1-0,2 %. В верхнем слое до 20 см содержание солей не должно превышать 1 %. Служит основанием для выделения подтипов засоленных почв;

mc – наличие в аккумулятивно-карбонатном горизонте белых или желтоватых прожилок и трубочек, образованных выделениями карбонатов кальция по макропорам (псевдомицелий) и свидетельствующих о длительном периоде миграции почвенных растворов и постепенном высыхании почвенного профиля. Служит основанием для выделения миграционно-мицелярного подтипа чернозема;

nc – наличие в аккумулятивно-карбонатном горизонте сегрегационных мучнистых скоплений карбонатов кальция округлой формы диаметром 0,5-3 см («белоглазка»), свидетельствующих о быстром летнем пересыхании профиля и коротком периоде миграции почвенных растворов. Характерен для многих степных почв (каштановая, солонец, чернозем);

aq – наличие горизонтальной делимости и/или слоистости в стратифицированном горизонте, отражающее водный механизм отложения наноса (аллювиальная серогумусовая слоистая);

ca – наличие в минеральной массе срединного горизонта обломков карбонатных пород и/или равномерно рассеянных, морфологически не выраженных карбонатов литогенного происхождения, диагностированных по вскипанию от соляной кислоты. Служит основанием для выделения остаточно-карбонатного подтипа.

Приводим некоторые обозначения, используемые в формулах почвенного профиля:

C – рыхлая почвообразующая порода, затронутая почвообразованием в степени, не достаточном для ее идентификации как диагно-

стического горизонта. Допускается выделение в ней генетических признаков;

М – плотная почвообразующая порода, на продуктах выветривания которой формируется почвенный профиль.

ТТ – органогенная порода, залегающая глубже 50 см.

Мощность почвы и ее отдельных горизонтов

Под мощностью почвы понимают толщину почвы от поверхности до материнской породы, слабозатронутой процессами почвообразования (рис. 2). Мощность почвы является важным диагностическим признаком, отражающим интенсивность почвообразования, степень развития почвы. Слаборазвитые горные, тундровые и пустынные почвы имеют малую мощность – менее 1 м или даже несколько сантиметров, поскольку почвообразование идет крайне медленно. В тропической зоне, где отсутствует зимний период и почвы получают обилие тепла и влаги, почвообразование идет интенсивно в течение всего года. В этих условиях формируются почвы мощностью более 3-4 м.

Мощность отдельного почвенного горизонта – это его толщина от верхней до нижней границы (рис. 2). Мощность почвенных горизонтов позволяет судить о скорости, направленности почвообразования и выраженности тех или иных его процессов. Мощный гумусовый горизонт свидетельствует об интенсивных процессах гумусообразования и гумусонакопления в профиле почв.

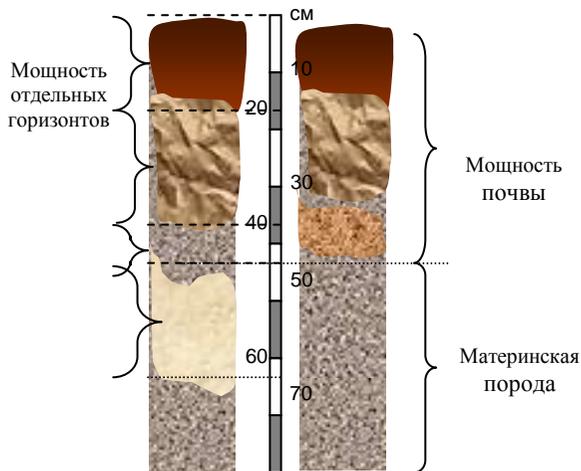


Рис. 2. Мощность почвы и отдельных почвенных горизонтов

Систематика и классификация почв основываются на различной мощности генетических горизонтов (например, серогумусового, элювиального, текстурного и др.), поэтому необходимо тщательно находить границы отдельных горизонтов в почвенном профиле.

Горизонты выделяют по изменению всех морфологических признаков или какого-либо одного из них.

Толщина (мощность) каждого горизонта измеряется сантиметровой лентой с точностью до 1 см. Мощности почвенных горизонтов выражаются с помощью морфометрической формулы, в которой указываются: обозначение горизонта, над чертой верхняя и нижняя граница слоя, под чертой его мощность в сантиметрах:

$$A\underset{14}{\overset{2-16}{\rule{0.5cm}{0.4pt}}} \text{ см}$$

Окраска почвы. Окраска (цвет) почвы – одно из ее важнейших свойств, широко используемых в почвоведении для присвоения названий почвам (чернозем, краснозем, желтозем, серозем и др.). Окраска почв напрямую зависит от ее химического состава, условий почвообразования, влажности. Окраска горизонта определяется наличием в почве того или иного количества красящих веществ.

Черная окраска почвы (темно-серая, темно-бурая) связана с содержанием в ней специфического органического вещества – гумуса. Однако черную окраску почве могут придавать и другие вещества: вторичные минералы группы монтмориллонита, некоторые сульфиды, темные первичные минералы. В то же время гумус фульватного типа может окрасить почву в светлые тона (светло-серый, желтоватый), как в некоторых тундровых или пустынных почвах. Бурую окраску имеют почвы с высоким содержанием иллита, слюдистых минералов, гидратированных оксидов железа, алюминия. Красный цвет обусловлен накоплением в почве оксидов железа. Желтая окраска определяется наличием гидроксидов железа и сульфата железа. Пурпурный и фиолетовый цвета почвам придают оксиды марганца. Синеватые, голубоватые, сизые и зеленоватые тона связаны с наличием восстановленных соединений (гидроксидов) железа, алюминия и марганца вследствие глеевых (анаэробных) процессов в условиях избыточного увлажнения. Белая окраска вызвана присутствием в почве кварца, гипса, карбонатов, водорастворимых солей.

Сравнение окрасок слоев почв разного происхождения и их отдельных горизонтов позволяет сделать определенные выводы об их химической природе.

Темноокрашенные верхние горизонты темногоумусовой остаточной-карбонатной почвы и чернозема карбонатного свидетельствуют о высокой доле гумуса в их составе. Специфическая белесая окраска

подзолистого горизонта связана с высоким содержанием кремнезема, который накапливается у подзолов в ходе почвообразования (рис. 3).

Обычно окраска почв довольно сложная и состоит из нескольких цветов и оттенков (например, серо-бурая, белесовато-сизая, красновато-коричневая и т.д.).

Для определения окраски почвенного горизонта необходимо последовательно:

а) установить преобладающий цвет;

б) определить насыщенность этого цвета (например, темно-, светлоокрашенная);

в) отметить оттенки на фоне основного цвета (например, буровато-светло-серый, коричневатобурый, светлый, серовато-палевый и т.д.).



Рис. 3. Окраска горизонтов в профиле разных типов почв: карболитозема (I), чернозема (II), подзолистой почвы (III)

При указании окраски горизонта сначала отмечаются оттенки от наименее выраженных к наиболее выраженным оттенкам, в конце указывается основной цвет почвы.

При описании почвы необходимо указывать и степень однородности окраски (пример: буровато-сизый, неоднородный, на сизом фоне бурые и ржавые пятна и примазки).

Структура почвы. Если почва распадается на естественные структурные отдельные, она называется *структурной*. Каждый почвенный горизонт имеет определенную структуру, т.е. состоит из структурных отдельных разной формы, размеров и прочности. С.А.

Захаров (1929) структуру почвенных горизонтов характеризует в зависимости формы, размеров и характера поверхности структурных отдельностей (рис. 4, табл. 1)

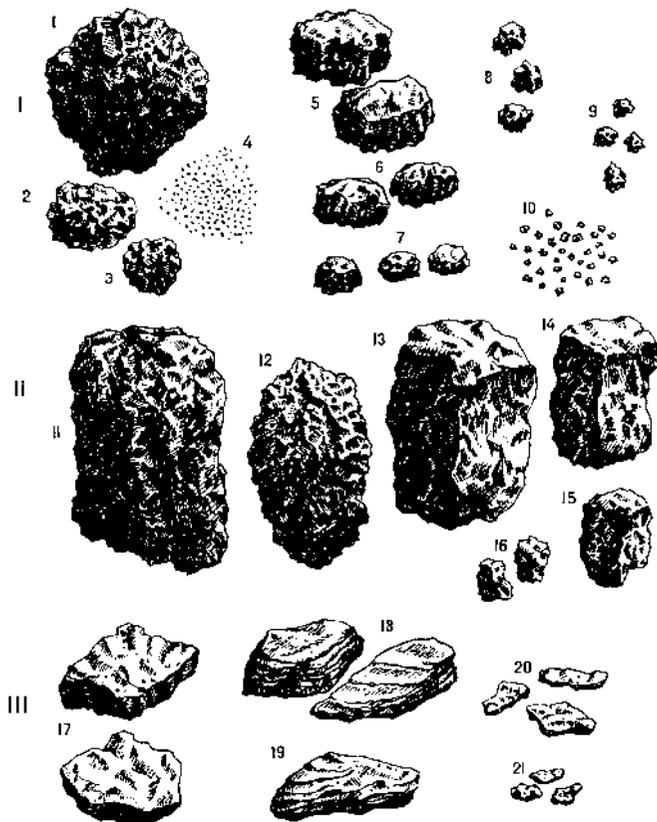


Рис. 4. Виды почвенной структуры (по С.А. Захарову):
 I тип: 1 – крупнокомковатая; 2 – среднекомковатая; 3 – мелкокомковатая; 4 – пылеватая; 5 – крупноореховатая; 6 – ореховатая; 7 – мелкоореховатая; 8 – крупнозернистая; 9 – зернистая; 10 – мелкозернистая.
 II тип: 11 – столбчатая; 12 – столбовидная; 13 – крупнопризматическая; 14 – призматическая; 15 – мелкопризматическая; 16 – карандашная.
 III тип: 17 – сланцевая; 18 – пластинчатая; 19 – листоватая; 20 – грубо-чешуйчатая; 21 – мелкочешуйчатая

Таблица 1

Классификация структурных отдельностей почв
(по С.А. Захарову, 1929)

| Тип структуры | Род структуры | Вид структуры | Размер |
|---|--|---|--|
| 1. Кубовидный (равномерное развитие структуры по трем взаимно перпендикулярным осям) | А. Грани и ребра выражены плохо, агрегаты большей частью сложны и плохо оформлены: 1) глыбистая, 2) комковатая, 3) пылеватая. | крупноглыбистая мелкоглыбистая крупнокомковатая комковатая мелкокомковатая пылеватая | ребро куба > 10 см “ 10 – 5 см “ 5 – 3 см “ 3 – 1 см “ 1 – 0,5 см “ < 0,5 см |
| | Б. Грани и ребра хорошо выражены, агрегаты хорошо оформлены: 1) ореховатая 2) зернистая | крупноореховатая ореховатая мелкоореховатая крупнозернистая зернистая мелкозернистая | ребро куба > 10 мм -“- 10 – 7 мм -“- 7 – 5 мм -“- 5 – 3 мм -“- 3 – 1 мм -“- 1 – 0,5 мм |
| 2. Призмовидный (развитие структуры главным образом по вертикальной оси) | А. Грани и ребра плохо выражены, агрегаты сложны и мало оформлены: 1) столбовидная. | крупностолбовидная столбовидная мелкостолбовидная | диаметр > 5 см “ 5 – 3 см “ < 3 см |
| | Б. Грани и ребра хорошо выражены 1) столбчатая, 2) призматическая, | крупностолбчатая столбчатая мелко- столбчатая крупнопризматическая призматическая мелкопризматическая карандашная | диаметр > 5 см “ 5 – 3 см “ < 3 см диаметр > 5 см “ 5 – 3 см “ 3 – 1 см “ < 1 см |
| Плитовидный (развитие структуры по горизонтальным осям) | 1) плитчатая, | сланцевая плитчатая пластинчатая листоватая | толщина > 5 мм “ 5 – 3 мм “ 3 – 1 мм “ < 1 мм |
| | 2) чешуйчатая. | скорлуповатая грубочешуйчатая мелкочешуйчатая | толщина > 3 мм “ 3 – 1 мм “ < 1 мм |

Тип структуры определяется характером почвообразования. Характерным примером может быть профиль дерново-подзолистой почвы, где горизонт АУ (серогумусовый) – комковатый, ЕL (элювиальный) – пластинчатый, ВТ (текстурный) – ореховато-призматический.

Если структура неоднородна, то для ее характеристики используют двойные названия (например, комковато-зернистая, ореховато-призматическая и т.д.), последним словом обозначая преобладающий вид структуры.

Если почва не распадается на естественные структурные отдельности, то она является либо *бесструктурной* *раздельно-частичной* (имеет сыпучее состояние, как пыль или песок), либо *бесструктурной массивной* (выламывается большими бесформенными массами).

Сложение почвы. Сложение – внешнее выражение *плотности, порозности и трещиноватости* почвы. По сложению можно судить о физическом состоянии почвенного материала, которое обусловлено взаимным расположением и соотношением твердых частиц и пор между ними. Сложение существенно влияет на физические свойства почвы: плотность, водно-воздушные, тепловые и т.д. Сложение оказывает большое влияние на сопротивление почвы почвообрабатывающим орудиям, на ее водопроницаемость и в значительной степени на глубину проникновения корней растений. Устойчивость почв к эрозии, загрязнению и другим внешним воздействиям также во многом связана с их сложением. Сложение почвы определяется ее гранулометрическим, химическим составом и формируется в ходе развития почвы.

Плотность почвы – это интегрированная плотность всех компонентов ее твердой фазы: различных минералов и органических веществ. Выделяют следующие степени плотности почв в сухом состоянии:

1. *Рассыпчатое сложение* – почва обладает сыпучестью, отдельные частицы не сцементированы между собой.

2. *Рыхлое сложение* – лопата легко входит в почву на полный «штык», почва хорошо оструктурена, но структурные агрегаты плохо сцементированы между собой.

3. *Уплотненное сложение* – лопата легко входит в почву на «полштыка», нож легко входит в стенку разреза, почва рассыпается на структурные и механические составляющие, во влажном состоянии обладает слабой связанностью.

4. *Плотное сложение* – лопата или нож с трудом входят в почву на глубину 4-5 см, почва с трудом разламывается руками; в сухом состоянии монолитна, выбивается крупными глыбами, во влажном состоянии – вязкая масса.

5. *Очень плотное (слитое) сложение* – почти не поддается копанию лопатой (входит в почву не глубже 1 см), нужны лом, кирка. В сухом состоянии монолитна, крупноглыбиста, нож не входит в стенку разреза, во влажном состоянии очень вязкая и упругая.

Почвенные частички и структурные элементы, входящие в состав почвы, прилегают друг к другу не всеми своими плоскостями, а лишь отдельными точками или гранями, вследствие чего сама почва приобретает характер пористого тела, пронизанного целой системой трещин, пор, ячеек, пустот. Общий объем всех этих воздушных пор, полостей, трещин и пр. в определенном объеме почвы называют *порозностью* или *скважностью* почвы. Суммарный объем почвенных пор составляет от 25 до 60% объема почвы.

На порозность почвы большое влияние оказывает прежде всего структурное строение почвы: чем почвы структурнее, тем больше общая порозность (поскольку помимо заключенных в комках пор эти почвы имеют промежутки, находящиеся между структурными отдельностями). Всякое разрушение почвенной структуры, могущее произойти в результате воздействия на почву природных факторов или вследствие неправильной обработки почв, приводит к уменьшению общей порозности почвы. Заметное влияние на порозность почв оказывает также органическое вещество почв: чем органического вещества больше, тем больше порозность (например, порозность песка около 30 %, а торфа – около 85 %). Порозность заметно меняется с глубиной, в верхних слоях она больше, в нижних – меньше. Объясняется это большим содержанием гумуса и лучшей структурой верхних горизонтов, большим воздействием на верхние слои почвы корней растений и роющих животных, а также меньшим давлением вышележащих слоев.

По величине и форме воздушных пор и полостей различают следующие типы сложения почв:

А. Полости, расположенные внутри структурных отдельностей: а) *тонкопористые* — диаметр пор, пронизывающих почву, до 1 мм; характерны для лёссов и образовавшихся из них почв; б) *пористые* – диаметр пор 1-3 мм, характерны для лёссовидных пород и соответствующих почв, сероземов, дерново-подзолистых почв; в) *губчатые* – почва пронизана порами диаметром 3-5 мм, характерны для некоторых элювиальных горизонтов; г) *ноздrevатые или дырчатые*

тые – диаметр пор 5-10 мм, характерны для сероземов и обусловлены работой землероющих животных; д) *ячеистые* – диаметр пустот 10 мм, характерны для субтропических и тропических почв; е) *трубчатые* – пронизаны каналами, прорытыми крупными землероями.

Б. Полости расположены между структурными отдельностями: а) *тонкотрещиноватые* – воздушные полости, обычно вертикального направления, менее 3 мм; б) *трещиноватые* – размер трещин 3-10 мм, характерны для горизонтов с призматической и столбчатой структурой; в) *щелеватые* – *вертикальные* полости размером более 10 мм, свойственны столбчатым горизонтам некоторых солонцеватых почв. Воздушные полости почвенных горизонтов хорошо видны в сухое время года. Во влажном состоянии вследствие разбухания почвенной массы размер пор уменьшается.

В пределах почвенного профиля сложение почвы (т.е. ее плотность и порозность) может сильно изменяться. Верхнему гумусово-аккумулятивному горизонту чаще всего бывает присуще рыхлое сложение и большая меж- и внутрискруктурная порозность. Сложение текстурного горизонта, как правило, более плотное, трещиноватое.

Новообразования – это локальные обособленные вещества, отличающиеся по своему строению и вещественному составу от вмещающей их почвенной массы. Возникают в результате действия различных почвообразовательных процессов.

Каждое новообразование формируется в определенных условиях и поэтому является индикатором почвенных процессов, либо протекавших ранее, либо идущих в настоящее время. Почвенные новообразования очень разнообразны и различаются по форме, цвету, химическому и минералогическому составу. Могут быть представлены налетами, пятнами, примазками, потеками, прожилками по ходам землероев и корням растений, а также более плотными формами – конкрециями или стяжениями, плотными сцементированными железистыми прослойками и др.

Определение новообразований часто служит важным диагностическим признаком для классификации почв. С.А. Захаров (1929) предложил различать новообразования химического и биологического происхождения (табл. 2).

В почвах, исследуемых на лабораторных занятиях, встречаются преимущественно следующие формы новообразований.

Для дерново-подзолистых и подзолистых почв характерна сегрегация гидроксидов и оксидов железа и марганца; по форме разделяются следующие новообразования:

- 1) налеты, пленки и выцветы бурого и темно-бурого цвета, образующиеся на поверхности структурных отдельностей или по стенкам трещин;
- 2) примазки, пятна и потеки разного цвета и оттенка (охристо-ржавые, коричнево-бурые, черные);
- 3) конкреции – прочные скопления округлой формы величиной от мелкой дробинки до горошины, иногда выступают на вертикальной стенке разреза в виде беспорядочно разбросанных темно-бурых или черных точек, и тогда называются железомарганцевой пунктуацией;
- 4) железистые трубочки – скопления железа по корневым ходам.

Скопления кремнекислоты в подзолистых и дерново-подзолистых почвах встречаются в виде:

- 1) кремнеземистой присыпки – тончайший налет кремнезема на поверхности структурных отдельностей (в дерново-подзолистых, подзолистых, серых почвах, солодах);
- 2) прожилки – скопления кремнезема в порах (в дерново-подзолистых, подзолистых почвах, дерново-солодах);
- 3) в элювиальном горизонте кремнекислота пропитывает весь горизонт и образует отдельные затеки, языки, карманы, которыми внедряется в нижележащие субэлювиальные горизонты.
- 4) Тип структуры определяется характером почвообразования. Характерным примером может быть профиль дерново-подзолистой почвы, где горизонт АУ (серогумусовый) – комковатый, ЕL (элювиальный) – пластинчатый, ВТ (текстурный) – ореховато-призматический.
- 5) Если структура неоднородна, то для ее характеристики используют двойные названия (например, комковато-зернистая, ореховато-призматическая и т.д.), последним словом обозначая преобладающий вид структуры.
- 6) Если почва не распадается на естественные структурные отдельности, то она является либо *бесструктурной раздельно-частичной* (имеет сыпучее состояние, как пыль или песок), либо *бесструктурной массивной* (выламывается большими бесформенными массами).

Таблица 2

Классификация почвенных новообразований
химического происхождения
(С.А. Захаров, 1929)

| Химический состав | Форма | | | | |
|---|---|--|--|---|--|
| | Налеты и выцветы | Примазки, потеки и корочки | Прожилки, трубочки и т.д. | Конкреции и стяжения | Прослойки |
| Легкорастворимые соли: солевые – NaCl, CaCl ₂ , MgCl ₂ , горькие – Na ₂ SO ₄ | Светлые и белесоватые налеты и выцветы легкорастворимых солей | Светлые примазки легкорастворимых солей, тонкие трубочки глауберовой соли | Белые прожилки легкорастворимых солей и псевдомицелий глауберовой соли | Белые крапинки легкорастворимых солей | |
| Гипс CaSO ₄ · 2H ₂ O | Светлые налеты и выцветы гипса (гипсовое пологенце) | Белые примазки и корочки гипса | Белые прожилки кристаллического гипса и псевдомицелий гипса | Земляные сердца и ласточкины хвосты, двойники гипса | Гажы |
| Углекислая известь – CaCO ₃ | Налеты (сединки) и выцветы (плесень) карбонатные, а также дендриты, вскипающие от HCl | Карбонатные светлые примазки, пятна, корочки и бородки извести | Карбонатный псевдомицелий, трубочки и прожилки кристаллической или муочистой извести | Белоглазка, журавчики, дутики, погремки, желваки | Прослойки луговой извести и хардпен |
| Полуторные окислы, соединения марганца и фосфорной кислоты Fe ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ , Mn ₂ O ₄ , FePO ₄ , AlPO ₄ | Охристые налеты и выцветы | Ржавые, охристые пятна, примазки, потеки, языки и разводы, бурые точечные пятна марганца | Ржавая лжегрибница, бурые трубочки, бурые и желто-красные прожилки | Темно-бурые рудяковые зерна, бобовинки, глазки | Железняк, жерства, орштейны и прослойки бобовой руды. Псевдофибры и ортзанды |
| Соединения закиси железа – FeCO ₃ , Fe ₃ (PO ₄) ₂ · 8H ₂ O | | Голубые пятна, языки и разводы | Сизоватые прожилки | Белые, синеватые и буреватые скопления на воздухе | |
| Кремнекислота – SiO ₂ | Кремнеземистая седая присыпка | Белые и белесые пятна, языки | Белесоватые прожилки | | |
| Перегонные вещества | Темные налеты на поверхности структурных отдельностей | Бурые глянцевитые пятна, темно-бурые потеки, языки | Буро-черная инкрустация на поверхности структурных отдельностей | Частично рудяковые зерна | Перегонные прослойки ортзанда и слои орштейна, корочки |

В условиях переувлажнения, в глеевых и глееватых горизонтах почв (глеезем, торфяная почва) присутствуют новообразования закисных соединений железа в виде сизоватых или сизовато-серых корочек на поверхности структурных отдельностей и по стенкам трещин.

Рыжие, охристые пятна, примазки, налеты, языки, разводы имеются в нижних горизонтах некоторых почв, сформированных при близком залегании грунтовых вод (дерново-солодь, солончак, сероугумусовая глееватая).

В почвах лесолугово-степных и степных зон (черноземы, каштановые почвы) широко представлены карбонатные новообразования разного размера и формы в виде светлых примазок, налетов, корочек, выцветов и белоглазки.

В солончаках и нижних горизонтах солонцов характерными новообразованиями являются скоплением кристаллов легкорастворимых солей в виде белых крапинок, налетов, выцветов. В этих почвах также встречаются крапинки мелкокристаллического гипса.

Новообразования гумусовых (перегнойных) веществ:

- гумусовые потеки и корочки, покрывающие поверхность структурных отдельностей или стенки трещин черной лакировкой;
- гумусовые пятна, карманы, языки – проникновение гумусовых веществ в нижележащие горизонты по трещинам на значительную глубину.

В отдельных почвах встречаются новообразования биологического происхождения (животного и растительного), имеющие следующие формы:

- червоточины – извилистые ходы дождевых червей;
- капролиты – выделения дождевых червей в виде небольших клубочков;
- кротовины – пустые или заполненные ходы роющих позвоночных животных;
- корневины – сгнившие крупные корни растений;
- дендриты – узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

Включения. Под включениями понимают предметы, механически включенные в массу почвы и не связанные с ней генетически. В их число входят обломки горных пород, раковины наземных и морских моллюсков, кости современных и вымерших животных, остатки золы, углей, древесины, остатки материальной культуры человека (обломки кирпича, посуды и археологические находки). Включения различного характера часто помогают судить о происхождении почвообразующей породы и возрасте почв. Выделяют четыре группы включений:

- литоморфы – обломки почвообразующей породы (камни, гальки, валуны);

- криоморфы – различные формы льда (конкреции, линзы, прожилки);
- биоморфы – связаны с деятельностью живых организмов – остатки корней, стеблей, стволов растений, кости животных, раковины моллюсков;
- антропоморфы – предметы, связанные с деятельностью человека. Эта группа включений чрезвычайно разнообразна.

Сюда относятся обломки кирпича, стекла, мусор и т.д.

Характер перехода между горизонтами. Данный признак используется для диагностики интенсивности почвообразования и его направления. При этом учитывается *форма границ между горизонтами и выраженность смены горизонтов* (рис. 5).

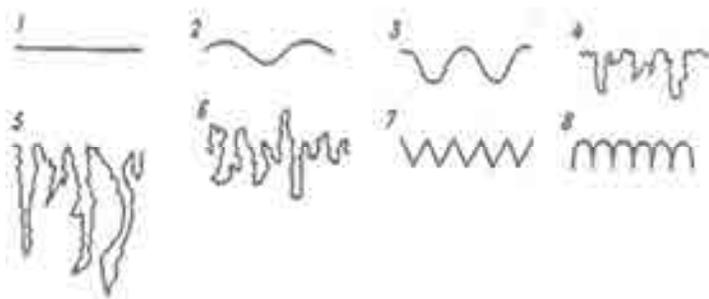


Рис. 5. Граница между горизонтами: 1 – ровная, 2 – волнистая, 3 – карманная, 4 – языковатая, 5 – затечная, 6 – размытая, 7 – пальчатая, 8 – полисадная

По степени выраженности выделяют следующие переходы:

- резкий переход – смена одного горизонта другим происходит на протяжении 2-3 см;
- ясный переход – смена горизонтов происходит на протяжении 5 см;
- постепенный переход – смена горизонтов на протяжении более 5 см.

Границы горизонтов в профиле выделяют по ряду морфологических признаков, в первую очередь по окраске. Иногда смена горизонтов не сопровождается изменением окраски, тогда характер перехода определяют по структуре, сложению, характеру новообразований.

Лабораторная работа 1. Морфологические признаки почв: описание коробочных образцов

Перед выполнением работы следует изучить содержание раздела 1.1, где рассмотрены морфологические признаки почв. Знакомство с морфологическими признаками почвы проводится по коробочным образцам. Коробочные образцы представляют собой образцы почв, у которых пробы из горизонтов расфасованы в отдельные коробки. Образцы генетических горизонтов почв расфасованы в коробки, снабженные этикетками с наименованием почвы, указанием места отбора образца, названием горизонта, данными о глубине взятия пробы.

Цель работы: научиться описывать морфологические признаки почв.

Оборудование: палочки стеклянные, шпатели, схемы почвенных окрасок, коллекции и таблицы почвенных структур, почвенных новообразований и включений.

В работе используются образцы из горизонтов пяти типов почв:

- дерново-подзолистая почва,
- серая почва,
- чернозем,
- солонец,
- солончак.

Ход работы. Провести описание морфологических признаков последовательно в каждом горизонте, начиная с верхнего горизонта. Следует описывать признаки в единой последовательности:

- мощность горизонта (использовать сведения о границах горизонта с этикетки на коробке, записать в виде морфометрической формулы);
- окраска;
- структура;
- порозность;
- новообразования;
- включения.

Результаты описания морфологических признаков почв заносятся в табл. 3.

Таблица 3

Морфологические признаки почв

| Обозначение, мощность горизонта, см | Окраска | Структура | Порозность (пористость и трещиноватость) | Новообразования | Включения |
|-------------------------------------|---------|-----------|--|-----------------|-----------|
| Дерново-подзолистая | | | | | |
| | | | | | |
| Серая почва | | | | | |
| | | | | | |
| Чернозем | | | | | |
| | | | | | |
| Солончак | | | | | |
| | | | | | |
| Солонец | | | | | |
| | | | | | |

После выполнения работы в заключении следует ответить на следующие контрольные вопросы.

1. Какими близкими морфологическими признаками характеризуются гумусовые горизонты почв?
2. Какими морфологическими признаками характеризуется элювиальный горизонт дерново-подзолистой почвы?
3. Какими морфологическими признаками характеризуются текстурные горизонты дерново-подзолистой почвы, серой почвы?
4. Какими морфологическими признаками характеризуются солонцовый, ксерометаморфический горизонты?
5. В каких почвах обнаружены карбонатные новообразования, новообразования солей? Как эти новообразования выглядят?

2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОЧВ

По В.В. Докучаеву почва – это результат взаимодействия климата, живых организмов, горных пород, рельефа и времени. Климатические факторы и живые организмы, воздействуя на почвообразующие горные породы, приводят к возникновению и развитию почвы. В зависимости от положения почвы в рельефе характер воздействия температуры, атмосферных осадков и живых организмов на горные породы может существенно изменяться. Возраст почвообразующей породы и длительность почвообразовательного процесса также находят свое отражение в развитии почв и их свойствах. Различное сочетание и проявление почвообразующих факторов приводит к возникновению разных почв и отражается при формировании определенной структуры почвенного покрова на разных территориях планеты.

Закономерности географического распространения почв определяются закономерным распределением природных условий (факторов почвообразования) на земной поверхности. В.В. Докучаев впервые изучил широтно-зональное распределение почв (горизонтальная зональность) на Русской равнине, обусловленное сменой радиационных, термических условий, типов растительности (рис. 6).

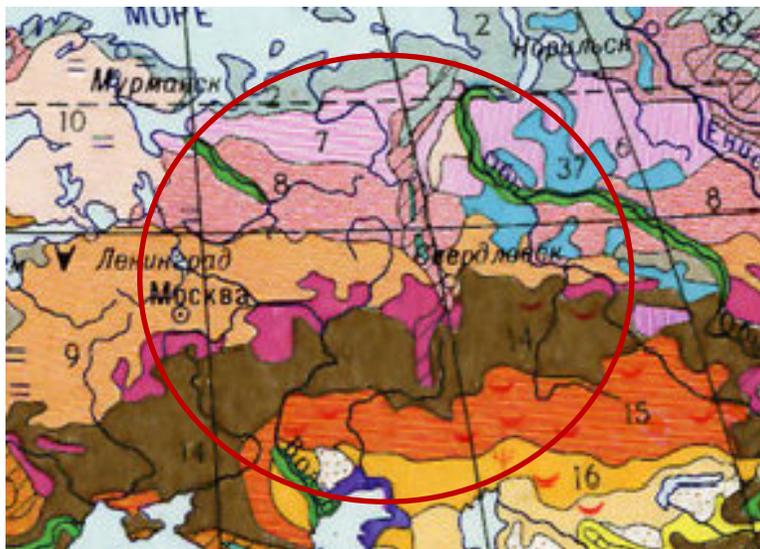


Рис. 6. Широтное расположение почвенных зон в связи с термическими факторами на территории Евразии (фрагмент почвенной карты)

Позднее, при изучении почвенного покрова континентов установлено, что имеется меридиональное и концентрическое размещение почв, обусловленное влиянием горных возвышенностей, создающих на прилегающих равнинах дождевую тень или повышенное увлажнение; муссонным влажным климатом океанических побережий, теплыми течениями и т.д. (рис. 7).

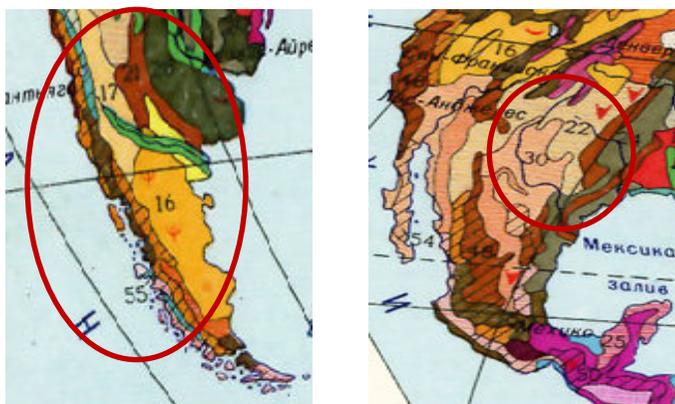


Рис. 7. Меридиональное (а) и концентрическое (б) расположение почвенных зон в связи с факторами увлажнения в Южной Америке и Северной Америке (фрагмент почвенной карты)

Лабораторная работа 2. Почвы тундровой и таежно-лесной зон: описание почвенных монолитов

Цель работы: изучить морфологическое строение профиля почв тундровой и таежно-лесной зон.

Оборудование: коллекция почвенных монолитов, сантиметровая лента, схемы почвенных окрасок, коллекции и таблицы почвенных структур, почвенных новообразований и включений.

Почвенный монолит представляет собой образец почвы с ненарушенным строением генетического профиля, сложением и структурой. Специальная техника отбора монолитов позволяет сохранить последовательность генетических горизонтов в профиле почвы.

При описании почвенных монолитов отметить следующие морфологические признаки: мощность горизонта, окраска, структура, сложение (пористость и трещиноватость), новообразования, включе-

ния, характер перехода в нижележащий горизонт: по степени выраженности перехода и форме границы перехода (см. разд. 1.1).

Ход работы

1. Выделение почвенных горизонтов. Описание монолита начинается с выделения почвенных горизонтов. Используя внешние признаки почвы (окраску, структуру, сложение и новообразования и др.) следует выделить генетические горизонты почв, отличающиеся друг от друга по морфологическим признакам (по всем, некоторым или по одному).

2. Описание почвенных горизонтов

После выделения горизонтов необходимо определить мощность отдельных горизонтов. С помощью сантиметровой ленты измеряют верхнюю и нижнюю границы горизонта, вычисляют его мощность. Мощность горизонта выражают с помощью морфометрической формулы (см. разд. 1.1).

Определив мощность горизонта, описывают его окраску, структуру, сложение, включения, новообразования. В сложении горизонта отметить характер трещиноватости и пористости (см. разд. 1.1).

Определить характер перехода в нижележащий горизонт (см. разд. 1.1), а также отметить характер распределения корневой системы в профиле почвы (отсутствие корней, единичные корни, обилие корней по всему профилю и т.д.).

Результаты описания морфологического профиля почв следует представить в следующей последовательности.

Тип почвы: Чернозем.

Место отбора монолита: Челябинская область, Троицкий район.

Описание монолита:

AU1 – темногумусовый, $\frac{4-27}{23}$ см, покрыт с поверхности слоем

дернины мощностью 4 см, состоящей из густопереплетенных корней трав; тёмно-серый, комковато-зернистый, тонкопористый, содержит обилие корней, переход в нижележащий горизонт постепенный.

AU2nc – темногумусовый, $\frac{27-44}{17}$ см, тёмно-серый, зернисто-

ореховатый, трещиноватый, тонкопористый, встречаются единичные светлые пятна карбонатов, содержит много корней, переход в нижележащий горизонт постепенный. И т.д.

Ниже прилагается список почв, подлежащих описанию, указаны основные горизонты (см. разд. 1.1), слагающие их профиль, а также факторы и процессы почвообразования, основные свойства, плодородие и использование.

1. Глеезём

Глеезёмы формируются в условиях холодного и умеренно холодного климата при длительном насыщении почвы влагой, чему способствует присутствие льдистой мерзлоты, которая служит водоупором. Наибольшее распространение глеезёмы имеют в тундровой и лесотундровой зонах, а также в таежной зоне Западной Сибири и на равнинах Дальнего Востока. Формируются на рыхлых породах разного генезиса и гранулометрического состава, в которых обычно находится горизонт вечной мерзлоты. Одним из определяющих факторов развития глеезёмов является ухудшенный дренаж. Обычно эти почвы занимают плоские равнинные территории, характеризующиеся слабым поверхностным стоком.

Типичная растительность тундровых глеезёмов – мохово-лишайниковые и мохово-кустарничковые ассоциации; кроме лишайников и мхов в покрове «участвуют» голубика, черника, брусника, вереск, карликовая березка и ива.

Продуктивность тундровых растительных сообществ и масса ежегодного растительного опада незначительны, зольность его (особенно мхов и лишайников) низкая. Условия разложения растительных остатков неблагоприятны из-за низких температур, переувлажнения и короткого периода микробиологической активности. Скорость процессов гумификации и минерализации органического вещества оказываются медленнее скорости его поступления с опадом. В результате идет накопление опада на поверхности почвы с образованием подстилочно-торфяного горизонта.

Характерной особенностью почвообразования является оглеение. Оглеение – сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий в анаэробных условиях, при наличии органического вещества и при участии анаэробных бактерий. В результате оглеения изменяются состав и свойства органической и минеральной частей почвы. В почвенном органическом веществе накапливаются наиболее агрессивные и подвижные фракции, которые разрушают первичные и вторичные минералы. При участии микроорганизмов идет восстановление элементов, особенно железа: $Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+}$. Восстановленное железо вместе с освободившимися оксидами кремния и алюминия образует вторичные алюмо- и ферросиликаты – это тонкодисперсные илестые минералы сизого или голубоватого цвета, придающие почве бесструктурность и окраску. В микроразонах почвенной массы, к которым имеется доступ воздуха (ходы корней, трещины и т.п.), идет окисление железа и появляются его гидроксиды ржавого и охристого цве-

тов. Внешне это выражается в ржавых и охристых пятнах, налетах, примазках.

Глеезёмы диагностируются по наличию подстилочно-торфяного горизонта **O** (иногда в сочетании с прослойками перегнойного или грубогумусового материала), и глеевого горизонта **G**, залегающего на оглеенной почвообразующей породе **CG** (прилож. 1).

Глеезёмы – почвы бедные гумусом (не превышает 4-5 %), в его составе преобладают фульвокислоты и неспецифические органические кислоты. Реакция почв умеренно кислая по всему профилю. Емкость поглощения невелика: 10-15 мг-экв/100 г почвы, насыщенность основаниями почвенного поглощающего комплекса менее 50 %. По химическому и минералогическому составу почвенный профиль не дифференцирован, может быть повышенное содержание соединений двухзарядного железа.

Земли, занятые в тундре глеезёмами, в основном используются под пастбища как естественная кормовая база северного оленеводства, зимой оленей пасут в лишайниковой тундре, а летом – в мохово-кустарничковой.

2. Подзолистая почва

Подзолистые почвы и дерново-подзолистые формируются на севере Западной Европы и севере Евроазиатской части, в Канаде и на Аляске. Климат этих территорий – умеренно холодный, влажный (осадки от 400 до 600 мм в год); сумма атмосферных осадков превышает испаряемость, коэффициент увлажнения $K_{увл} > 1$. Максимум осадков выпадает летом. Ранней весной и осенью, когда имеет место минимальная десукция влаги из почвы, происходит сквозное промачивание почвенного профиля до грунтовых вод.

Почвы образуются преимущественно на суглинистых покровных или элювиально-делювиальных породах, бедных основаниями. Рельеф районов распространения подзолистых почв – в основном моренные равнины с чередованием гряд, увалов, выровненных поверхностей. Могут встречаться и на низменных пространствах при достаточной дренированности и в горных районах.

Растительность – хвойно-моховая, хвойно-мохово-кустарничковая, в южной тайге - смешанная, хвойно-мелколиственная травянистая. Древесная растительность представлена различными сочетаниями ели, сосны, лиственницы, пихты, березы, липы, клена, дуба. В напочвенном покрове участвуют мхи, лишайники, осоки, хвоши, кислица, черника, брусника и др.

Свойства суглинистых подзолистых почв обусловлены следующими факторами и процессами. Органические остатки таежных

лесов содержат много лигнина, восков, смол, но мало кальция и азота. Они разрушаются грибной микрофлорой с образованием преимущественно фульвокислот и низкомолекулярных органических кислот. В условиях промывного водного режима водорастворимые кислоты выносятся из лесной подстилки и мигрируют вниз по профилю. В верхней подстилочной части почвы они активно взаимодействуют с минеральными компонентами. Под действием нисходящих органических соединений происходит растворение гидроксидов железа и алюминия и кислотно-гидролизное разложение первичных и вторичных кристаллических минералов. Продукты разрушения с гравитационной влагой выносятся из верхних горизонтов в нижние; железо и алюминий – в виде органоминеральных комплексов и коллоидных соединений, кремний – в ионной и коллоидной формах, а натрий, кальций, магний, калий – в ионной форме. Выносу железа способствует его восстановление в периоды сезонного избыточного увлажнения (скопление снеготалых вод).

Почвенная масса, обедненная темноцветными минералами и гидроксидами железа, пленки которых ранее покрывали отдельные минеральные зерна, приобретает белесоватый, похожий на золу оттенок – формируется элювиальный горизонт. Нижняя граница горизонта – неровная, языковатая, что связано с миграцией оподзоливающих растворов в нижележащую толщу почвы главным образом по крупным вертикальным трещинам, ходам корней и землероек.

Судьба переходящих в жидкую фазу продуктов оподзоливания различна. Щелочные и щелочеземельные элементы и кремний в основном выносятся за пределы почвенного профиля, вплоть до грунтовых вод. Соединения железа и алюминия в значительной мере теряют подвижность в средней части профиля. Они накапливаются в рассеянной форме, придавая красно-бурый оттенок почвенной массе, а также образуя натечные пленки на гранях структурных отдельностей. Образуется текстурный горизонт.

Подзолистые почвы диагностируются по сочетанию элювиального **EL** и текстурного **BT** горизонтов. Гумусовый горизонт отсутствует. На поверхности залегает маломощный подстилочно-торфяной горизонт (3-10 см), под которым может наблюдаться прослойка грубогумусового горизонта или перегноя. Залегаящий ниже элювиальный (**EL**) горизонт имеет наиболее светлую окраску. Элювиальный горизонт сменяется текстурным, в верхней части которого проявляется зона элювиальной деградации – горизонт **VEL**. Текстурный (**BT**) горизонт бурых цветов и с четкой многопорядковой структурой (прилож. 2).

3. Дерново-подзолистая почва

Под смешанными лесами, особенно с участием широколиственных древесных пород и при развитом растительном покрове обособляется серогумусовый горизонт и формируется дерново-подзолистая почва, которая отличается повышенным содержанием гуминовых кислот и менее кислой реакцией.

Дерново-подзолистые почвы диагностируются по наличию серогумусового (дернового) горизонта (**A_Y**), элювиального горизонта (**EL**), который через субэлювиальный горизонт (**B_{EL}**) сменяется текстурным горизонтом (**BT**). Элювиальный горизонт может быть разделен на два подгоризонта по окраске. Переходный субэлювиальный горизонт представлен комбинацией светлых и бурых, иногда темных фрагментов, различающихся по сложению, гранулометрическому составу и структуре. Текстурный горизонт самый плотный в профиле, имеет многопорядковую структуру (прилож. 3).

В подзолистых почвах содержание гумуса низкое (от 1-1,5 до 2-4 %), гумус фульватный, большая часть его сосредоточена в слое 2-3 см. В дерново-подзолистой почве количество гумуса в горизонте **A_Y** не более 3-5 % и резко убывает в горизонте **EL**; гумус фульватного состава.

Почвы имеют сильнокислую реакцию в верхних горизонтах и слабокислую в нижних, в почвенно-поглощающем комплексе преобладают обменные H^+ и Al^{3+} , степень насыщенности основаниями низкая в верхней части профиля – менее 50 %. В составе почвенного поглощающего комплекса присутствуют водород, алюминий, кальций и магний (см. табл. 17-18). Емкость поглощения низкая, особенно в элювиальном горизонте (менее 10 мг-экв/100 г).

В профиле подзолистой и дерново-подзолистой почвы прослеживается четкая дифференциация по гранулометрическому и химическому составу: горизонты **A_Y** и **EL** обогащены SiO_2 , бедны полуторными оксидами железа и алюминия щелочными и щелочноземельными элементами, а также илистой фракцией. В горизонте **BT** отмечено накопление ила и оксидов железа и алюминия. Почвы бедны питательными элементами и плохо оструктурены.

Для повышения плодородия подзолистых и дерново-подзолистых почв проводят известкование и вносят большие дозы органических удобрений; при возделывании многолетних трав улучшается состав гумуса и почвенная структура. Устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур можно получать на фоне известкования, систематического внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений и периодического глубокого рыхления.

4. Серогумусовые и/или темногумусовые почвы

Серогумусовые и темногумусовые почвы формируются в таежно-лесной зоне в особых условиях почвообразования: под ассоциациями луговой травянистой растительности на любых породах, под травянистыми лесами на карбонатных породах, а также при близком залегании жестких гидрокарбонатно-кальциевых грунтовых вод. Под воздействием травянистой растительности развивается дерновый почвообразовательный процесс, формируются почвы с хорошо развитым гумусовым горизонтом. Травянистый опад имеет высокую зольность (3-13%), содержит много азота. Благодаря разветвленной корневой системе велика доля корневого опада, распределенного в верхних горизонтах почв. Гумусообразование протекает в аэробных условиях при участии бактерий; гумусовые кислоты нейтрализуются катионами опада. Образуются гуматы кальция, участвующие в формировании водопрочной комковато-зернистой структуры гумусовых горизонтов. Фульвокислоты нейтрализуются катионами опада, а также кальцием, поступающим из почвообразующей породы или грунтовых вод, поэтому признаки разрушения минералов и дифференциации минеральной части почв не выражены.

Серогумусовые (дерновые) почвы характеризуются одним отчетливо выраженным серогумусовым горизонтом (**A_Y**), постепенно сменяющимся почвообразующей породой **C** (прилож. 4). Гумусовый горизонт серого цвета имеет мощность не более полуметра. Срединный горизонт как самостоятельное генетическое образование не выражен: средняя часть профиля не имеет структурной организации, четко выраженных свидетельств иллювирирования органоминеральных соединений, аккумуляции солей и др. Возможно проявление процессов на уровне генетических признаков. Почвообразующая порода может быть представлена рыхлыми отложениями, элювием или делювием плотных пород любого минералогического состава. Общая мощность рыхлой толщи превышает 30 см. При ее меньшей мощности почвы диагностируются как литоземы.

На лабораторных работах дается описание монолита серогумусовой глееватой почвы, отличающейся признаками оглеения **g** в виде сизых и ржавых пятен в нижней части профиля. Почва сформировалась при близком залегании гидрокарбонатно-кальциевых грунтовых вод, переувлажнение способствует появлению признаков глееватости.

Содержание гумуса в *серогумусовых почвах* достигает 4-6 %; гумус преимущественно гуматно-фульватного состава. Реакция почв кислая или слабокислая, в нижней части профиля может быть нейтральной. Емкость поглощения в гумусовом горизонте высокая,

достигает 30 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями 50-80 %, иногда и выше. Карбонаты в профиле остаточные или отсутствуют. Профиль не дифференцирован или слабо дифференцирован по гранулометрическому и валовому химическому составу.

Темногумусовые почвы имеют темногумусовый горизонт **AU** мощностью обычно более 30 см, постепенно сменяющийся почвообразующей породой **C** (прилож. 5).

На лабораторных работах морфологическому описанию подлежат темногумусовая типичная и темногумусовая остаточно-карбонатная почвы.

Темногумусовые остаточно-карбонатные почвы располагаются на склонах, где выходят на поверхность или близко подходят к ней породы, содержащие много обломочного материала известкового состава. Последняя выделяется по наличию в минеральной массе включений карбонатных пород.

Содержание гумуса в темногумусовых почвах высокое – превышает 5-6 % и может достигать 10-12 %. Гумус фульватно-гуматного типа. Почвы в верхней части профиля имеют нейтральную или слабокислую реакцию, а в нижней – нейтральную или слабощелочную; характеризуются высокой емкостью катионного обмена и насыщенностью основаниями.

5. Торфяная олиготрофная почва

Торфяные олиготрофные и эутрофные почвы характеризуются наличием поверхностного торфяного горизонта (ТО или ТЕ), сменяющегося органогенной породой (прилож. 6). Порода может достигать мощности нескольких метров, иметь разный состав торфа или подстилаться минеральной толщей в пределах метра.

Торфяные олиготрофные почвы формируются главным образом в таежной и тундровой зонах в условиях застойного увлажнения атмосферными водами, преимущественно на водораздельных пространствах, в результате заболачивания суши или развития олиготрофной растительности в процессе зарастания водоемов. Олиготрофная растительность представлена сфагновыми мхами, характерны также кустарнички и кустарники, возможно развитие угнетенной древесной растительности.

Торфообразование – это накопление на поверхности почвы полуразложившихся растительных остатков из-за низкой биологической активности, замедленной минерализации и гумификации в условиях избыточного увлажнения. Разложение растительных остатков происходит при недостатке кислорода, в анаэробных условиях и ведет к образованию промежуточных продуктов – кислых органических соеди-

нений (молочной, уксусной и др. кислот), еще более подавляющих активность микроорганизмов. В результате падают темпы процессов гумификации и минерализации, накапливается полуразложившаяся масса растительных остатков мощностью до десяти метров и более.

Торфяная олиготрофная почва характеризуется залегающим под очесом мхов (мощность 10-20 см) олиготрофно-торфяным горизонтом **Т_О**, мощностью 10-50 см, состоящим преимущественно из сфагновых мхов разной степени разложения. Горизонт сменяется органогенной породой **Т_Т**. В пределах 0,5-1,0 м может вскрываться минеральная глеевая толща.

Олиготрофно-торфяной горизонт имеет светлую окраску, низкую зольность (2-5% на сухое вещество), у него кислая или сильно-кислая реакция. В течение значительной части вегетационного периода насыщен водой.

Органогенная порода представляет собой торфяную толщу, степень разложения материала которой обычно увеличивается с глубиной. Соответственно меняется цвет торфа – от желто-бурого до темно-бурого или коричневого. При большой мощности торфяной залежи снижается ее биологическая активность, и изменяются водно-физические свойства, прежде всего, снижается водопроницаемость.

Торфяная олиготрофная почва характеризуется кислой реакцией среды (величина pH 3,2-4,2), низкой зольностью (2,4-6,0 % на сухую массу), очень низкой плотностью твердой фазы (0,03-0,10 г/см³). Влагоемкость почв достигает 700-1500 % влаги на сухую массу. Емкость поглощения – 80-90 мг-экв.

Когда в профиле (в пределах 0,5-1,0 м) вскрывается минеральная глеевая толща, ее верхняя часть обычно прокрашена потечным органическим веществом в сизовато-серые или темно-серые цвета, а нижняя представлена зеленовато-оливковым или голубовато-сизым глеем.

Торф болот – ценный природный продукт, используемый в промышленности и земледелии. В мире 275 млрд. т торфа, из них более 50% на территории РФ, наибольшие запасы – в Западной Сибири. Торф используют на топливо и в химической промышленности. Торф с низкой степенью разложения и низкой зольностью используют для производства дрожжей, спирта, в качестве подстилки для скота. Торфяные эутрофные почвы после осушения используют в земледелии, например, под посевы многолетних трав. Торф этих почв применяют как органическое удобрение в пашне.

6. Аллювиальная серогумусовая почва

Аллювиальные почвы образуются в условиях поёмного режима – регулярного отложения на поверхности поймы слоев свежего речного или озерного аллювия разного гранулометрического состава, мощность слоев варьирует от нескольких миллиметров до 10-20 см.

Аллювиальные серогумусовые почвы формируются на относительно повышенных элементах рельефа центральной поймы под злаковыми лугами или пойменными лесами в условиях кратковременного затопления полыми водами.

Профиль почв включает серогумусовый горизонт **АУ**, залегающий непосредственно на горизонте **С^т** – аллювиальных слоистых отложениях (прилож. 7). Обычно хорошо развита дернина. Содержание гуматно-фульватного гумуса 3-6 %, иногда достигает 10 %. Реакция среды кислая или слабокислая ($\text{pH} < 6$), насыщенность поглощающего комплекса основаниями 60-80 %. Почвы отличаются хорошей водопроницаемостью и аэрацией.

В заключение после выполнения работы следует ответить на контрольные вопросы.

1. Под влиянием каких биоклиматических факторов формируются глеезёмы (подзолистые, дерново-подзолистые почвы, серо- и темногумусовые почвы)?
2. В каких условиях почвообразования идет формирование торфяных и аллювиальных почв?
3. Описать сущность почвенных процессов, под влиянием которых формируется профиль (определенное сочетание генетических горизонтов) глеезёма (подзолистой, дерново-подзолистой, серо- и темногумусовой, торфяной и аллювиальной почвы).

Лабораторная работа 3. Почвы лесостепной и степной зон: описание почвенных монолитов

Цель работы: изучить морфологическое строение профиля почв лесостепной и степной зон.

Оборудование: коллекция почвенных монолитов, сантиметровая лента, схемы почвенных окрасок, коллекции и таблицы почвенных структур, почвенных новообразований и включений.

При описании почвенных монолитов следует отметить следующие морфологические признаки: мощность горизонта, окраска, структура, пористость и трещиноватость, новообразования, включения, характер перехода в нижележащий горизонт: по степени выраженности перехода и форме границы перехода (см. разделы 1.1).

4. Серая почва

Серые почвы образуются в умеренно континентальном и континентальном климате лесостепей Евразии и Северной Америки. Лето теплое и прохладное, умеренно холодная зима. Осадков выпадает 400–700 мм в год, $K_{увл}$ (коэффициент увлажнения) = 1.

Наиболее характерными почвообразующими породами являются лессовидные, покровные или аллювиально-озерные суглинки, реже моренные наносы и элювии плотных пород. Эти породы обычно карбонатные.

Значительные площади серых почв приурочены к хорошо дренируемым возвышенным равнинам с волнистым или холмистым рельефом и развитой овражной сетью. Вместе с тем они могут формироваться на плоских слаборасчлененных междуречьях, в низменностях и межгорных котловинах.

Естественный растительный покров представлен травянистыми лесами с луговыми степями. В европейской части Евразии – леса дубовые с липой, буком, грабом, кленом, ясенем. В Сибири произрастают береза, осина, на востоке – сосна, лиственница.

Надземный и внутрипочвенный опад лиственных лесов, поступающий в серые почвы, богат основаниями, азотом, содержит относительно мало восков и смол, что благоприятствует его ускоренному и глубокому разложению. В благоприятных гидротермических условиях лесостепи идет интенсивный биологический кругооборот; опад разлагается с большой скоростью бактериями и почвенной фауной (насекомые, дождевые черви). Продуцируется гумус с относительно высоким содержанием гуминовых кислот. Водный режим в почвах периодически промывной, поэтому легкорастворимые соли не накапливаются,

даже карбонаты залегают глубже 100 см. Катионы растительного опада легко выщелачиваются осадками, их недостаточно для полной нейтрализации кислых органических соединений и гумусовых кислот. В составе гумуса немного гуматов кальция; преобладают свободные гуминовые кислоты, которые вымываются из серогумусового горизонта; в связи с этим хорошо выражена потечность (языковатость) гумуса. Образуются и фульвокислоты, осуществляющие кислотный гидролиз минералов и формирующие осветленные горизонты **AEL** и **BEL**, из-за накопления в них кремнекислоты, кварца, полевых шпатов. Фульваты с железом вымываются в текстурный горизонт **BT**, в который также поступают неразрушенные илистые частицы (лессиваж); здесь идет глинообразование с накоплением вторичных минералов.

Сырые почвы диагностируются по наличию серогумусового (дернового) горизонта **AU** мощностью до 20-25 см. Отсутствует элювиальный горизонт, его место занимает гумусово-элювиальный горизонт **AEL**, имеющий более светлую, чем у горизонта **AU**, окраску. Субэлювиальный горизонт **BEL** состоит из комбинации фрагментов разной окраски. Текстурный горизонт **BT** – плотный, с отчетливо выраженной многопорядковой структурой (прилож. 8).

Гумуса содержится от 4-5 % до 8-9 %. Содержание его относительно медленно убывает с глубиной, гумус фульватно-гуматный. Реакция почвенного раствора меняется от кислой в верхних горизонтах до нейтральной и щелочной в нижних (см. табл. 19). Емкость поглощения средняя, варьирует по профилю в пределах 15-30 мг-экв/100 г. Степень насыщенности основаниями достигает 80-90%. Кроме кальция и магния в почвенном поглощающем комплексе есть водород и алюминий.

У серых почв обнаружена тенденция к дифференциации профиля по гранулометрическому и химическому составам. В химическом составе верхних горизонтов остаточно накапливается кремний, понижено количество оксида железа, иногда алюминия. Горизонты **AU** и **AEL** несколько обеднены илистой фракцией по сравнению с текстурным горизонтом.

На серых почвах лесостепных зон выращивают яровую и озимую пшеницу, сахарную свеклу, кукурузу, картофель, лен, сады (в Европе). Почвы окультуривают путем внесения органических и минеральных удобрений, травосеянием, углублением пахотного слоя. В пашне эти почвы быстро становятся бесструктурными, у них низкая устойчивость к водной эрозии. Необходимо применение противоэрозионных мероприятий.

2. Черноземы и/или черноземы иллювиально-глинистые

Черноземы образуются в условиях континентального климата Евразии и Северной Америки. Климат зоны распространения черноземов – континентальный или умеренно континентальный с теплым летом и умеренно холодной или даже холодной зимой. В течение года выпадает от 300 до 600 мм осадком. Максимум атмосферного увлажнения приходится на летний период, однако значительная доля летних осадков испаряется. Коэффициент увлажнения находится в пределах 0,8-0,5, а в теплый период года иногда опускается до 0,3. Таким образом, для климата черноземной зоны характерна смена периодов увлажнения (весной и осенью) и иссушения (летом) почв. В Сибири и Забайкалье зимой черноземы сильно охлаждаются и промораживаются.

В большинстве своем черноземы развиваются на суглинистых породах – лессах и лессовидных наносах, которые отличаются хорошей водопроницаемостью, пористостью и карбонатностью. К таким породам приурочены черноземы европейской части России, Украины, Западной Сибири и центральных равнин США. В Канаде черноземная зона проникает в пределы границ древнего оледенения, где почвообразующими породами служат озерно-ледниковые и моренные отложения. В Казахстане и на Урале эти почвы иногда формируются на бескарбонатном элювии плотных пород.

Наиболее характерный рельеф – равнинный, волнистый. Распространены черноземы на возвышенностях (Среднерусской, Приднепровской и др.), низменностях (Среднедунайской, Западно-Сибирской), в предгорьях (Алтая, Саян) и в обширных депрессиях (в Забайкалье). Как правило, условия рельефа обеспечивают достаточно хороший дренаж почв.

Черноземы развиваются под травянистыми степными ассоциациями. К территориям с относительно повышенной атмосферной увлажненностью приурочены луговые степи, высокой и густой травостой которых представлен разнообразными видами разнотравья, бобовых и злаковых. В умеренно засушливых степях преобладает ковыльно-разнотравная и разнотравно-ковыльная растительность. Сухие степи образованы ковыльно-типчачковыми (или типчачково-ковыльными) более разреженными ассоциациями.

Степная растительность поставляет в почву большое количество органических веществ, 40-60% травянистого опада представлено в виде корней и непосредственно соприкасается с минеральными соединениями почвы. Опад трав богат азотом и зольными элементами, по сравнению с лесным опадом в нем мало восков, смол, дубильных веществ, а больше кальция, магния, фосфора, что благоприятствует гу-

мификации. Черноземы нераспаханные характеризуются высокой активностью фауны (черви, личинки насекомых), микробиоты.

Большинство свойств черноземов обусловлено особенностями гумусообразования и гумусонакопления. В относительно влажные и теплые периоды (весна, осень), когда макимально активизируется микробиота (преимущественно бактериальная) из органических остатков продуцируются гуминовые кислоты. В условиях нейтральной среды и высоком содержании щелочеземельных элементов образуются устойчивые органо-минеральные соединения, прежде всего гуматы кальция. Гуматы кальция образуют мощный темногумусовый горизонт. Свободных, агрессивных фульвокислот в черноземах нет. В сухое и холодное время новообразованные гумусовые соединения сильно дегидратируются, коагулируют и переходят в малоподвижное состояние, практически необратимо теряя растворимость. Именно чередование периодов покоя и активного протекания гумусообразования способствует формированию в черноземах больших запасов гумуса. В черноземах биогенным путем накапливаются азот и фосфор.

Большое количество органических коллоидов с высокой емкостью поглощения и практически полная насыщенность почвенного поглощающего комплекса кальцием и магнием приводят к тому, что коллоиды находятся в устойчивом прочно скоагулированном состоянии. Они консолидируются в структурные агрегаты и не передвигаются по профилю.

Образованию водопрочной зернисто-комковатой структуры в черноземах способствует и обильная корневая система травянистых растений, густо пронизывающих верхние горизонты почв. Корни разделяют почвенную массу на мелкие комочки и уплотняют их. Образующиеся гумусовые вещества склеивают почвенные частицы между собой. Оструктуриванию благоприятствует и деятельность дождевых червей.

Хорошее структурное состояние создает благоприятный для жизни растений водный и воздушный режимы почвы: внутри агрегатов может удерживаться капиллярно-подвешенная вода, а пространство между ними в то же время может быть заполнено воздухом.

Биогенным путем в почве накапливаются карбонаты кальция. Растения концентрируют кальций, освобождающийся при выветривании минералов и/или принесенный эоловым путем. При разложении растительного опада кальций реагирует с угольной кислотой почвенного раствора. Растворимые бикарбонаты смешаются вниз по профилю. В условиях непромывного режима на некоторой глубине отклады-

ваются карбонаты, формируя карбонатные новообразования в горизонте **BCA**.

Чернозем диагностируется по наличию двух горизонтов: темно-гумусового **AU** и залегающего под ним аккумулятивно-карбонатного **BCA**. Почвообразующая порода карбонатная – **Cca**. Мощность темно-гумусового горизонта колеблется в широких пределах: от 30-40 до 150-170 см. Аккумулятивно-карбонатный горизонт содержит устойчивые формы педогенных карбонатов (псевдомицелий, белоглазка). Горизонт обычно слабо оструктурен, по цвету близок к почвообразующей породе (прилож. 9).

Профиль *чернозема иллювиально-глинистого* включает два основных горизонта: темногумусовый **AU** и глинисто-иллювиальный **BI**. Мощность гумусового горизонта колеблется в пределах 40-100 см. Присутствие карбонатов в профиле не обязательно. Их выделение возможно в его нижней части, в почвообразующей породе **C(ca)** (прилож. 10).

Почвы богаты гумусом (до 10-15 %), его содержание постепенно убывает с глубиной; в составе гумуса преобладают гуматы кальция. Реакция почвенного раствора в верхней части профиля близка к нейтральной и становится слабощелочной в карбонатных горизонтах (см. табл. 20). Емкость поглощения благодаря большому количеству органических коллоидов очень высокая, особенно в верхних горизонтах (от 30 до 60-70 мг-экв/100 г почвы). Почвенный поглощающий комплекс насыщен основаниями, в них преобладают обменный кальций и магний. Черноземы типичные не содержат водорастворимых солей.

Профиль черноземов однороден по химическому составу; только для карбонатов кальция характерен иллювиальный характер распределения с формированием иллювиально-карбонатного горизонта. В распределении илистой фракции обнаруживается небольшой максимум в верхней части профиля. Почвы имеют большие запасы азота, фосфора, серы. У черноземов структура водопрочная с высокой пористостью, благоприятные водно-физические свойства.

Черноземные зоны отмечены недостаточным увлажнением с частыми засухами. В земледелии применяют влагонакопительные мероприятия (снегозадержание), орошение; для повышения урожаев вносят навоз и минеральные удобрения. Плодородие почв устойчиво, для его воспроизводства необходим положительный баланс элементов питания, органического вещества и сохранение структуры. Орошение сопровождается опасностью вторичного засоления черноземов.

3. Каштановая почва

Каштановые почвы формируются в сухих степях Евразии, Северной и Южной Америки.

В районах распространения каштановых почв климат континентальный и сухой, характерны длительное жаркое лето и довольно холодная зима. Коэффициент увлажнения ($K_{увл}$) равен 0,3. Рельеф – равнинный, с хорошо выраженным микрорельефом. Почвообразующие породы – лессовидные суглинки, реже лессы и древнеаллювиальные отложения, карбонатные и гипсоносные, часто засоленные. Растительность – низкотравные степи с полынями и злаками, эфемерами и эфемероидами. В Южной Америке (Патагония) развиты кустарниково-злаковые заросли с барбарисом.

В условиях сухого климата под сухостепной растительностью опад составляет всего 40-80 ц/га, поэтому слабее по сравнению с черноземами развито гумусообразование. В составе зольных элементов накапливается много натрия, что способствует развитию солонцеватости каштановых почв. В почвенном профиле присутствуют карбонаты кальция и небольшое количество легкорастворимых солей.

Каштановые почвы имеют ясную цветовую и структурную дифференциацию профиля, диагностируются по наличию светлогумусового **A_J**, ксеро-метаморфического **ВМК** и текстурно-карбонатного горизонтов **САТ**. Светлогумусовый горизонт мощностью около 15 см. В ниже залегающем ксерометаморфическом горизонте содержатся карбонаты, не оформленные в новообразования. Общая мощность этих горизонтов не более 50 см. Ксерометаморфический горизонт сменяется текстурно-карбонатным горизонтом, с карбонатными новообразованиями в виде белоглазки (прилож. 11).

Содержание гумуса в каштановых почвах составляет 2,5-4,5 %, по сравнению с черноземами снижена доля гуминовых кислот. Почвенный раствор имеет слабощелочную и щелочную среду. Емкость катионного обмена достигает 25-35 мг-экв/100 г, доля кальция – 70-75%, кроме магния еще содержится небольшое количество обменного натрия. В карбонатной почвообразующей породе **Сса** обнаруживаются гипс и легкорастворимые соли (см. табл. 21).

Для типичных каштановых почв (без признаков солонцеватости, солончаковатости) характерны достаточно однородный валовой химический состав и равномерное распределение илистой фракции по горизонтам.

Урожаи на каштановых почвах неустойчивы из-за недостатка влаги. Проводятся влагонакопительные мероприятия, используются

безотвальное рыхление, лесопосадки. Возделывают твердую пшеницу, просо, подсолнечник. Занимаются также животноводством.

4. Солончак темный

Солончаки встречаются в сухих зонах арктического, суббореального, субтропического и тропического климатических поясов. Они содержат большое количество солей в поверхностном слое и во всем профиле (от 0,6-3% и до 15 %). Поверхность солончаков часто покрыта корочкой солей, в профиле выделяются многочисленные прожилки, стяжения кристаллов солей. Накопление солей связано с засоленными почвообразующими породами или с близким залеганием грунтовых сильноминерализованных вод. Растительность на солончаках может быть сильно изрежена, растут солеустойчивые растения и солянки: сведа, солерос, селитрянки, кермек и др.

Солончаки темные диагностируются по наличию солончакового горизонта, совмещающегося или сформированного в пределах темногумусового горизонта **S[AU]**, постепенно переходящего в засоленную почвообразующую породу с признаками оглеения (**Cs,g**). Солончаковый горизонт сверху может быть задернован, в сухом состоянии имеет солевые выцветы (прилож. 12).

Солончаки имеют щелочную реакцию почвенного раствора, при содовом засолении – рН возрастает до 9-11 единиц. Количество гумуса в зависимости от токсичности солей и развития растительности может колебаться от 2,5-4 и до 6-8 %. Карбонаты присутствуют с поверхности, в профиле есть гипс (см. табл. 23).

Плодородие солончаков очень низкое из-за токсичного действия солей, земледелие возможно после опреснения почв (отмывки избытка солей).

5. Солонец темногумусовый

Солонцы формируются в условиях сухого и жаркого климата разных континентов, широко распространены в степях, сухих саваннах и полупустынях Северного и Южного полушарий. Они содержат в почвенно-поглощающем комплексе много обменного натрия, легкорастворимые соли в них залегают на некоторой глубине. Основным диагностическим горизонтом служит солонцовый горизонт, плотный и трещиноватый – в сухом состоянии и вязкий бесструктурный – в сыром.

Основную роль в солонцеобразовании отводят процессу вхождения ионов натрия в почвенно-поглощающий комплекс; при этом коллоиды становятся гидрофильными, легко переходят в состояние коллоидного раствора (золя) и придают почве бесструктурность, плохие водно-физические свойства. По классической теории К.К. Гед-

ройца (1932) солонцы образуются при рассолении солончаков. При этом снимается коагулирующее действие легкорастворимых солей на коллоиды, которые переходят в состояние золя и перемещаются по профилю. На границе с солевым горизонтом коллоиды коагулируют, осаждаются, формируя солонцовый горизонт, очень гидрофильный, со щелочной реакцией, низкой водопроницаемостью. Наиболее вероятно образование солонцов при содовом засолении, т.к. сода подавляет растворимость кальциевых солей и обеспечивает внеконкурентное поглощение натрия коллоидами из раствора.

Солонцы темногумусовые диагностируются по наличию темногумусового **AU**, темносолонцового **ASN**, аккумулятивно-карбонатного **BCA** горизонтов и карбонатной засоленной почвообразующей породы **Cs, ca**. Мощность темногумусового горизонта варьирует от 5 до 20 см и более. Под ним залегают столбчато-призматический темносолонцовый горизонт. Между этими горизонтами может быть сформирован светло-серый элювиальный горизонт **SEL**. Ниже располагается более светлый аккумулятивно-карбонатный горизонт, карбонаты присутствуют в виде пропиточных пятен и сегрегационных образований («белоглазка»; прилож. 13). Горизонт **BCA** может подразделяться на подгоризонты по наличию гипсовых новообразований и выделений легкорастворимых солей. Солонцы темногумусовые формируются в лесостепной и степной зонах на водоразделах и покатых склонах.

Содержание гумуса в солонцах сильно варьирует в зависимости от биоклиматической зоны/подзоны. Реакция почвенного раствора – щелочная, в присутствии соды рН достигает 9-11 единиц. Емкость катионного обмена может быть разной. Количество обменного натрия составляет от 10 до 60% от емкости катионного обмена. Профиль солонца заметно дифференцирован по количеству илистой фракции и валовому химическому составу. Гумусовые горизонты обеднены илом, в их составе отмечено остаточное обогащение кремнием. Солонцовый горизонт обогащен илом и соединениями железа и алюминия. В ксерометаморфическом горизонте содержатся карбонаты, ниже появляется и гипс (см. табл. 22). Солонцы обладают отрицательными водно-физическими свойствами.

Повышение плодородия солонцов достигается путем химической и биологической мелиорации. Гипсование нейтрализует соду в почвенном растворе, происходит замена натрия на кальций в почвенно-поглощающем комплексе. Коллоиды переходят в состояние гидрофобных гелей, что способствует улучшению структурных свойств солонца. В степной зоне производят «самомелиорацию», путем плантажных и ярусных вспашек вовлекают в солонцовый горизонт гипс и кар-

бонаты из нижних горизонтов. Заметно улучшаются физические свойства почв при возделывании многолетних трав. Эффективны азотные и фосфорные удобрения.

б. Дерново-солодь

Солоди и в различной степени осолоделые почвы встречаются в широком диапазоне географических поясов: Якутия (террасы рек Лены и Вилюя), древнеаллювиальные равнины лесостепной и степной зон Западной Сибири, Дальнего Востока и Северо-Восточного Китая, Русская равнина, Днепровская и Причерноморская низменность, Среднедунайская равнина в Венгрии, равнины Северной Америки, субтропики южной и восточной Австралии, юго-восточная Африка и др. Подобно солончакам и солонцам, солоди распространены в умеренно засушливых и сухих зонах всех биоклиматических поясов. Они приурочены обычно к слабодренированным равнинам и бессточным впадинам, где близко от поверхности находятся грунтовые воды. В периоды обильных дождей или снеготаяния может наблюдаться кратковременное поверхностное переувлажнение или даже затопление почв.

Солоди развиваются под различными растительными сообществами: влажными лугами, травяно-осоковыми болотами, травяными березняками или осинниками.

Эти почвы генетически связаны с засоленными почвами; по К.К. Гедройцу (1932) они образуются при рассолении и выщелачивании солонцов. При этом идет замена обменного натрия на водород в почвенно-поглощающем комплексе, что сопровождается гидролитическим разрушением минералов и выносом продуктов разложения вниз по профилю. В образовании этих почв определенную роль играет глеевый процесс. В периоды переувлажнения при участии анаэробных бактерий образуются подвижные агрессивные органические соединения (органические кислоты и фульвокислоты), разрушающие минералы, при этом восстанавливается и приобретает подвижность железо. Продукты разложения минералов выносятся из элювиального (осолоделого) горизонта, который обедняется органическими и минеральными коллоидами, обогащается остаточным кварцем и аморфным кремнеземом (после разложения первичных и вторичных алюмосиликатов). Под элювиальным горизонтом формируется текстурный, в котором частично задерживаются гидроксиды железа, алюминия.

Дерново-солоди обычно приурочены к слабовыраженным отрицательным элементам рельефа. Наиболее характерно их формирование в блюдцеобразных западинах (березовые и березово-осиновые колки) и лиманных понижениях.

Тип диагностируется по сочетанию в профиле серогумусового **A_У**, элювиального (осолоделого) **EL** и текстурного **BT** горизонтов, ниже может залегать аккумулятивно-карбонатный горизонт **B_{Ca}**, который сменяется почвообразующей породой **C_{ca}**. Серогумусовый горизонт мощностью не более 5-10 см. Осолоделый горизонт сильно осветлен, часто содержит Mn-Fe – стяжения, его нижняя граница располагается на глубине около 40 см. Текстурный горизонт характеризуется призматической структурой, в его верхней части может выделяться зона деградации со светлыми скелетанами. Часто наблюдаются Mn-Fe – новообразования, сизовато-серые кутаны и мраморовидность окраски (прилож. 14).

Почвы бедны гумусом (3-4 %), количество которого резко убывает уже в горизонте **EL**; состав гумуса – фульватный. Значения pH по профилю резко меняются: реакция почвенного раствора кислая в верхней части профиля и слабощелочная в нижних горизонтах. Емкость поглощения относительно невысокая в гумусовом горизонте (до 15 мг-экв/100 г почвы), падает в элювиальном до нескольких единиц, но в текстурном горизонте может возрасти до 30-35 мг-экв/100 г. В почвенном поглощающем комплексе присутствует небольшое количество обменного натрия, в верхних горизонтах есть обменный водород и алюминий.

Дерново-солоди отличаются резкой дифференциацией профиля по валовому химическому и гранулометрическому составам: горизонт **EL** обеднен, железом, алюминием, кальцием, калием, натрием, магнием и илистой фракцией, остаточен обогачен кремнием; горизонт **BT** содержит относительно повышенное количество оксидов железа и алюминия, а также ила. На глубине около метра могут появиться карбонаты и легкорастворимые соли.

Плодородие почв очень низкое, т.к. мало питательных веществ; для культурных растений неблагоприятны кислая среда и бесструктурность. Если солоди включены в пашню, то для поднятия их плодородия требуется внесение навоза и минеральных удобрений.

После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы:

1. В каких биоклиматических условиях (факторы почвообразования) формируются серые почвы (черноземы, каштановые почвы)?
2. Описать сущность почвенных процессов, формирующих профиль (определенное сочетание генетических горизонтов) серой почвы (чернозема, каштановой почвы).

3. Назвать основные диагностические горизонты и генетические признаки солончаков, солонцов и солодей.
4. Описать сущность почвенных процессов, формирующих профиль (определенное сочетание генетических горизонтов) солонца и солоды.

Лабораторная работа 4. Почвы субтропических зон: описание почвенных монолитов

Цель работы: изучить морфологическое строение профиля почв субтропических зон.

Оборудование: коллекция почвенных монолитов, сантиметровая лента, схемы почвенных окрасок, коллекции и таблицы почвенных структур, почвенных новообразований и включений.

При описании почвенных монолитов отметить следующие морфологические признаки: мощность горизонта, окраска, структура, пористость и трещиноватость, новообразования, включения, характер перехода в нижележащий горизонт: по степени выраженности перехода и форме границы перехода (см. разд. 1.1).

1. Краснозёмы и желтозёмы

Краснозёмы и желтозёмы распространены в субтропиках Северного и Южного полушарий, наиболее крупные массивы приурочены к восточным, лучше увлажненным окраинам континентов: юго-восточные штаты США, Юго-восток Китая, о-в Тайвань, юг Японии; участками – на Кавказе (черноморское побережье), в Турции, Марокко. В южном полушарии их меньше: на юге Бразилии, часть Парагвая и Уругвая, тихоокеанское побережье Австралии, Новая Зеландия.

Почвы формируются в условиях влажного климата, годовая сумма осадков составляет 1000-2500 мм, в Австралии меньше – 500-1000 мм, с максимумом в летний период. Зимние температуры положительные.

Почвообразующие породы краснозёмов – продукты выветривания ферралитного состава, бедные щелочными и щелочноземельными элементами, богатые вторичными минералами – гидроксидами железа и алюминия. Ферралитизация – это стадия глубокого выветривания пород, сопровождающаяся распадом всех первичных минералов, кроме кварца, образованием вторичного минерала – каолинита. В условиях свободного дренажа выносятся кальций, магний, натрий, калий, часть кремния. В выветривающейся толще сохраняется нейтральная или слабощелочная среда, поэтому образующиеся при гидролизе минералов гидроксиды железа, алюминия не растворяются и по мере

выщелачивания других компонентов их относительное содержание в породах увеличивается (их валовое содержание достигает 50-60%). При кристаллизации гидроксидов железа образуются минералы окристо-ржавого и красного цвета – гетит и гематит. Оксиды алюминия при кристаллизации дают минералы бёмит и гидраргиллит.

Ферралитизация длительный процесс, поэтому ферралитные коры выветривания приурочены к древним элементам рельефа – денудационным и пластовым равнинам и плато доплейстоценового или раннеплейстоценового возраста. Краснозёмы приурочены к древним ферралитным корам выветривания средних и основных пород. На молодых или обновленных эрозией элементах рельефа, где продукты выветривания имеют силитный состав развиваются желтозёмы.

Краснозёмы и желтозёмы образуются под пологом вечнозеленых лесов с примесью листопадных пород. Растительность – лесная, произрастают дуб, клен, лавровишня, пальмы, в Австралии – эвкалиптовые леса. Характерна большая емкость биологического круговорота с обильным ежегодным опадом. В почву попадает много растительного опада, но быстро идет их минерализация при активном участии фауны. Гумуса накапливается относительно немного, состав его фульватный.

Почвенный профиль *краснозёма* состоит из темногогумусового АU горизонта, структурно-метаморфического ВМ горизонта и почвообразующей породы С (прилож. 15).

Гумуса – от 5-6 до 10-12 %, фульватного типа, количество его резко убывает с глубиной. Характерна сильноокислая среда почвенного раствора ($\text{pH}_{\text{вод}} = 4,0-5,5$); высокая обменная кислотность. Емкость поглощения в этих почвах невелика, в гумусовом горизонте – 10-12 мг-экв/100 г. В почвенном поглощающем комплексе доля обменных водорода и алюминия составляет 70-90 %. Насыщенность основаниями 5-15 %.

Краснозёмы унаследовали многие свойства от почвообразующих пород. Они имеют глинистый или тяжелосуглинистый гранулометрический состав, достаточно однородный по горизонтам. В валовом составе содержится до 50-60 % железа и алюминия и всего около 35 % кремния; характерно малое количество кальция, магния, калия, натрия. Почвы обладают водопрочной структурой за счет склеивания минеральных частиц коллоидными гидроксидами железа.

Желтозёмы, как было указано выше, формируются в тех же биоклиматических условиях, как и краснозёмы, но на силикатных почвообразующих породах. В них проявляется кислотный гидролиз минералов – разрушение под воздействием кислых продуктов гумификации

и минерализации растительного опада. Продукты разрушения переносятся вниз по профилю с образованием текстурного горизонта.

Почвенный профиль состоит из серогумусового **AУ** горизонта, элювиального **ВЕL** горизонта, структурно-метаморфического **ВМ** горизонта и почвообразующей породы **С** (прилож. 16).

Гумусом желтозёмы бедны (2-3 %). Физико-химические свойства сходны с краснозёмами: кислый почвенный раствор, высокая обменная кислотность, низкая насыщенность основаниями с преобладанием обменного водорода и алюминия. В валовом химическом составе желтозёмов содержится больше кремния (55-65 %) и меньше железа, чем в красноземах. Горизонты несколько неоднородны по гранулометрическому составу: горизонт **ВМ** обогащен илистой фракцией по сравнению с верхними горизонтами.

Краснозёмы и желтозёмы используются для выращивания субтропических культур: чай, цитрусовые, рис и др. Почвы особенно бедны доступным фосфором, который связывается с алюминием и железом; мало в них азота, калия, многих микроэлементов. В земледелии требуют внесения органико-минеральных удобрений.

2. Коричневая почва

Коричневые почвы встречаются в субтропическом поясе всех материков; в Северном полушарии: прибрежное Средиземноморье, Малая и Передняя Азия, заходящая на территорию бывшего СССР, северная часть Индии, Пакистан, Бирма, большие площади Китая, юго-западные штаты США, большая часть Мексики (оглашают калифорнийские пустыни). В южном полушарии: южное побережье Австралии, южная Африка (с юга Калахари), южная Америка (между влажными субтропиками Парагвая и предгорьями Анд).

Климат отличается сухим жарким летом и влажной теплой зимой. Осадков за год выпадает 400-800 мм, большая их масса выпадает весной. Почвы не промерзают.

Приурочены к горным и предгорным равнинам, поэтому формируются на различных породах по гранулометрическому и химическому составу: лессовидных суглинках, элювии и делювии магматических и осадочных пород.

Коричневые почвы образуются под ксерофитными жестколистными лесами (дуб, граб, клен, грецкий орех) и вечнозелеными кустарниками (фригана, шибляк и др.). Растительный опад лесов богат кальцием, калием, азотом. Характерна высокая активность почвенной микробиоты и фауны, особенно в относительно влажные периоды года.

Во влажных и теплых условиях идет интенсивное выветривание первичных минералов и образование вторичных глинистых минералов

(группы гидрослюды и монтмориллонита). Водорастворимые соединения (хлориды, сульфаты) выщелачиваются, карбонаты – до глубины 30-60 см, образуя аккумулятивно-карбонатный горизонт. В эти же благоприятные периоды протекают процессы гумификации и минерализации растительных остатков.

Летом выветривание в верхних слоях прекращается из-за сухости, сохраняется лишь на глубине, поэтому максимальное оглинение развито в слое 30-80 см. Основная масса глинистого вещества связана с выветриванием минералов на месте. Ярко-коричневые цвета придают почве пленки дегидротированных оксидов железа на поверхности минералов. В условиях летней засухи консервируются и полимеризуются гумусовые вещества, преобладает образование гуматов кальция. Карбонаты в виде мицелля подтягиваются вверх, обеспечивая насыщенность почвенно-поглощающего комплекса обменным кальцием и магнием.

Почвенный профиль состоит из темногумусового **AU** горизонта, структурно-метаморфического **BM** горизонта, аккумулятивно-карбонатного **BCA** горизонта и карбонатной почвообразующей породы **Cca**. Темногумусовый горизонт коричневатых тонов, рыхлый, он постепенно переходит в более плотный структурно-метаморфический горизонт. Аккумулятивно-карбонатный горизонт более светлой окраски, слабо оструктуренный, обычно с сегрегационными формами карбонатных новообразований (прилож. 17).

В коричневых почвах содержание гумуса гуматного типа составляет 5-7 % и постепенно убывает с глубиной. Реакция почвенного раствора – нейтральная или слабощелочная. Почвы имеют высокую емкость поглощения (30-40 мг-экв/100 г), насыщены основаниями. В составе обменных катионов преобладает кальций и много магния. Водорастворимых солей и гипса в профиле коричневых почв нет.

В валовом химическом составе этих почв отмечено достаточная однородность горизонтов, лишь в распределении карбонатов выражен максимум в иллювиально-карбонатном горизонте. Коричневые почвы имеют тяжелый (тяжелосуглинистый или глинистый) гранулометрический состав, особенно в средней части профиля; это результат оглинения – синтеза и накопления вторичных глинистых минералов.

Коричневые почвы очень плодородны, на них возделывают пшеницу, кукурузу, виноградники, цитрусовые, плодовые. Земледелию препятствуют сухость климата и горный рельеф, способствующий эрозии.

3. Серозём

Серозёмы образуются в условиях полупустынного субтропического климата предгорий Средней Азии и равнинного Закавказья;

встречаются на лессовых плато в Китае, в предгорьях Скалистых гор Северной Америки, у подножий Анд.

Климат в зонах распространения серозёмов континентальный, сухой и жаркий. Характеризуется чередованием коротких периодов увлажнения и длительных периодов иссушения с ослаблением биологических процессов. Сумма осадков за год – 150-400 мм, большее их количество (70 %) выпадает зимой и весной. Лето очень сухое. Коэффициент увлажнения составляет всего 0,1-0,3.

Серозёмы формируются в условиях хорошо дренированного рельефа: наклонные горные равнины, предгорья, склоны гор, столовые плато. Типичные почвообразующие породы – это лессы и лессовидные суглинки пролювиального, делювиального, аллювиального, эолового генезиса, как правило, не засоленные. Эти породы очень пористые, водо- и воздухопроницаемые, как правило, незасоленные.

Растительность на серозёмах – эфемерно-мятликово-полукустарничковая, бурно развивается весной, образуя значительный опад, не уступающий опадку растительности умеренно засушливых и сухих степей. Летом растения отмирают и выгорают.

Для почв характерна разнообразная фауна: термиты, черви, моллюски, насекомые, пауки и интенсивная микробиологическая деятельность. Во влажные периоды идет ускоренная минерализация растительных осадков без накопления существенных запасов гумуса. Быстрое течение процессов новообразования и распада гумусовых веществ способствует образованию фульвокислот. Небольшое количество гумуса и преобладание фульвокислот делают гумусовый горизонт почвы очень светлым, слабо отличающимся от нижних горизонтов. Светло-серый цвет почвы связан также с высоким содержанием карбонатов кальция по всему профилю. Образование вторичных глинистых минералов почти не выражено. Легкорастворимые соли выщелачиваются во влажные периоды.

Профиль серозёма отличается слабой цветовой и структурной дифференциацией, образован светлогумусовым **AJ** горизонтом и иллювиально-карбонатным **B_{CA}** горизонтом, почвообразующей породой **C_{ca}** (прилож. 18).

Гумуса в серозёмах мало – 1,5-3 %, его состав фульватный. Реакция почв щелочная. Емкость катионного состава низкая (8-10 мг-экв/100 г), т.к. содержится мало гумуса и минеральных коллоидов. В почвенном поглощающем комплексе доминируют обменные кальций и магний, обменного натрия содержится немного – до 5 % (см. табл. 24).

Серозёмы имеют суглинистый гранулометрический состав с некоторым накоплением илистой фракции в средней части профиля. По

валовому химическому составу они однородны. Карбонаты обнаруживаются с поверхности, максимальная концентрация их в горизонте Сса. Легкорастворимых солей до глубины 80-90 см почти нет, в нижней части профиля может появиться гипс.

На серозёмах при орошении можно возделывать зерновые, кормовые, овощные, плодовые и бахчевые культуры, виноград, хлопчатник. Почвы хорошо дренируются, сохраняют микроагрегатность, слабо подвержены вторичному засолению. Древние культуры Средней Азии и Ближнего Востока на этих почвах занимались орошаемым земледелием. Под влиянием тысячелетнего орошения созданы почвы высокого потенциального и эффективного плодородия.

После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы:

1. В каких биоклиматических условиях (факторах почвообразования) формируются красноземы и желтоземы (коричневые почвы, сероземы)?
2. На каких почвообразующих породах образуются красноземы?
3. Описать сущность почвенных процессов, формирующих профиль (определенное сочетание генетических горизонтов) желтозема (коричневой почвы, серозема).

3. СВОЙСТВА ПОЧВ

3.1. Кислотно-основные свойства почв

Кислотно-основные свойства почвы зависят от химического и минералогического состава, характера и количества органического вещества, состава газовой фазы почвы, влажности, биологической активности. Реакция почвенного раствора является важным свойством почвы и влияет на характер большинства физических, химических и биологических процессов (рис. 8).

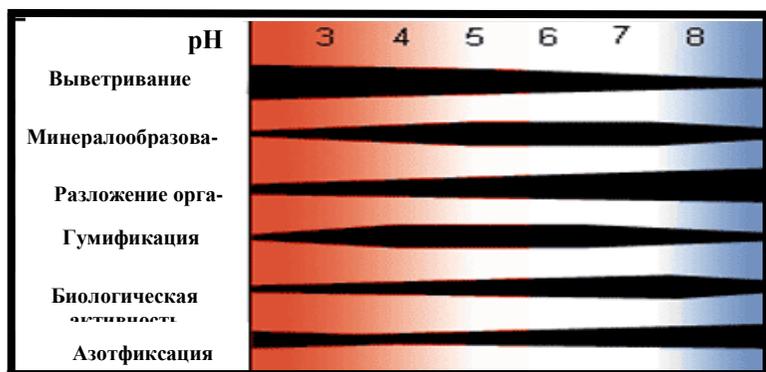


Рис. 8. Влияние кислотности на интенсивность почвенных процессов

Процессы выветривания почвенных минералов наиболее интенсивно протекают в кислых условиях. Оптимальным условием для биологической активности, азотфиксации, разложения органических остатков является нейтральная и слабощелочная реакция раствора. Минералообразование и гумификация усиливаются в слабощелочной и нейтральной среде. Многие микроорганизмы и большинство культурных растений предпочитают нейтральные почвы; приемы нейтрализации почв путем гипсования и известкования называют химической мелиорацией почв.

Лабораторная работа 5.

Определение актуальной кислотности / щелочности ($pH_{\text{вод}}$) почв

Актуальная кислотность и щелочность почв обусловлены присутствием в растворе диссоциированных ионов H^+ и OH^- , измеряются электрометрически и обозначаются водородным показателем pH , который представляет собой отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов. У воды количество диссоциированных H^+ и OH^- составляет по 10^{-7} моль/л, соответственно отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода – $pH=7$. При увеличении концентрации ионов водорода величина pH уменьшается. При $pH > 7$ – почва является щелочной, а при $pH < 7$ – кислой.

Актуальная кислотность – это кислотность почвенного раствора, которая обеспечена присутствием угольной, органических кислот и фульвокислот.

Актуальная щелочность – это щелочность почвенного раствора, которая обеспечена присутствием гидrolитически щелочных солей: карбонатов и гидрокарбонатов щелочных и щелочноземельных катионов, силикатов, алюминатов и гуматов натрия.

Цель работы: определить актуальную кислотность / щелочность ($pH_{\text{вод}}$) почв.

Оборудование: стаканы химические, шпатели, весы технические, вода дистиллированная, палочки стеклянные, мерный цилиндр на 25-50 мл, иономер универсальный.

В работе используются образцы из горизонтов пяти типов почв:

- дерново-подзолистая,
- серая,
- чернозем,
- солонец,
- солончак.

Ход работы

Для определения актуальной кислотности / щелочности ($pH_{\text{вод}}$) готовят водные суспензии почв. Для приготовления водной суспензии на технических весах в химический стакан берут навеску почвы массой 10 г. К навеске с помощью мерного цилиндра добавляют 25 мл дистиллированной воды. Содержимое стакана тщательно перемешивают с помощью стеклянной палочки в течение 5 мин.

В приготовленных суспензиях определяют величину $pH_{\text{вод}}$ на иономере универсальном или pH -метре. Результаты записывают в табл. 4. По результатам измерения каждому горизонту следует дать

название по уровню кислотности (щелочности), используя следующие диапазоны pH:

- 4-5 – резкокислая,
- 5-5,5 – сильнокислая,
- 6-6,5 – слабокислая,
- 6,5-7,5 – нейтральная,
- 7,5-8,5 – слабощелочная,
- 8,5-10 – сильнощелочная,
- 10-12 – резкощелочная.

Таблица 4

Актуальная кислотность / щелочность почв

| Почва | Горизонт, глубина, см | pH _{вод} | Название по уровню кислотности (щелочности) |
|-------|-----------------------|-------------------|---|
| | | | |

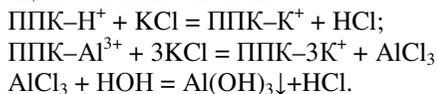
После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы.

1. Чем обусловлена актуальная кислотность или щелочность исследуемых почв?
2. Разделить почвы на группы по проявлению актуальной кислотности или щелочности.
3. В каких биоклиматических условиях формируются кислые, нейтральные и щелочные почвы?

Лабораторная работа 6.

Определение обменной кислотности (pH_{сол}) почв

Обменная кислотность проявляется в почвах ненасыщенных основаниями, т.е. содержащих в почвенно-поглощающем комплексе (ППК) обменный водород и алюминий. Проявляется эта форма кислотности при воздействии на почву растворов нейтральных солей, вытесняющих обменные H⁺ и Al³⁺:



Цель работы: определить обменную кислотность почв.

Оборудование: стаканы химические, шпатели, весы технические, вода дистиллированная, палочки стеклянные, мерный цилиндр на 25-50 мл, 1 н раствор KCl, иономер универсальный.

В работе используются образцы из горизонтов пяти типов почв:

- дерново-подзолистая,
- серая,
- чернозем,
- солонец,
- солончак.

Ход работы

Для определения обменной кислотности ($pH_{\text{сол}}$) готовят солевые суспензии почв. Для приготовления солевой суспензии в химический стакан берут навеску почвы массой 10 г. К навеске с помощью мерного цилиндра добавляют 25 мл 1 н раствора KCl. Содержимое стакана тщательно перемешивают с помощью стеклянной палочки в течение 15 мин.

Для приготовления 1 н раствора KCl 75 г соли растворяют в 1 л дистиллированной воды. pH раствора должна быть около 6,0.

В приготовленных суспензиях определяют величину pH на иономере или pH-метре. Результаты записывают в табл. 5. Каждому горизонту дать название по уровню обменной кислотности, используя следующие диапазоны pH:

≤ 4,5 – сильнокислая, сильная потребность в известковании;

4,5-5,0 – среднекислая, средняя потребность в известковании;

5,0-5,5 – слабокислая, слабая потребность в известковании;

5,5-6,0 – близкие к нейтральным, очень слабая потребность в известковании;

≥ 6 – нейтральные, потребность в известковании отсутствует.

Установить потребность в известковании по величине $pH_{\text{сол}}$, внести в табл. 5.

Таблица 5

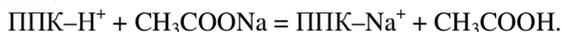
| Тип почвы | Горизонт, глубина, см | $pH_{\text{сол}}$ | Название по уровню обменной кислотности | Потребность в известковании |
|-----------|-----------------------|-------------------|---|-----------------------------|
| | | | | |

После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы.

1. Какие почвы проявили обменную кислотность?
2. Чем обусловлена обменная кислотность почв?
3. В каких биоклиматических условиях формируются почвы, обладающие обменной кислотностью?
4. Какие почвы нуждаются в известковании?

Лабораторная работа 7. Определение гидролитической кислотности почв

Гидролитическая кислотность, является формой обменной кислотности, измеряется путем воздействия на почву гидролитически щелочной соли – уксуснокислого натрия. При этом из ППК вытесняется большее количество обменного H^+ , чем при воздействии нейтральной соли. Количество образующейся уксусной кислоты определяют титрованием:



По величине гидролитической кислотности рассчитывают дозу извести для мелиорации кислых почв.

Цель работы: определить гидролитическую кислотность почв.

Оборудование: колбы конические на 250 мл, шпатели, весы технические, 1 н раствор CH_3COONa , 0,1 н раствор NaOH , индикатор фенолфталеин, фильтры, воронки стеклянные, бюретки.

В работе используют образцы гумусовых горизонтов дерново-подзолистой, серой почв и чернозема.

Ход работы

Для определения гидролитической кислотности в коническую колбу на 250 мл берут навеску 20 г почвы. Приливают 50 мл 1 н раствора CH_3COONa , закрывают колбу пробкой и взбалтывают в течение 30 мин. Приготовленную суспензию почвы фильтруют через складчатый фильтр в колбу на 100 мл. После полного фильтрования берут аликвоту 10 мл, добавляют 1-2 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором NaOH из бюретки до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Для приготовления 1 н раствора уксусно-кислого натрия 136,06 г х.ч. соли $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 1л дистиллированной воды в стакане, переносят раствор в мерную колбу на 1 л и доводят объем до метки. Раствор должен иметь $\text{pH}=8,0-8,2$.

0,1 н раствор NaOH готовят из фиксанала.

Гидролитическую кислотность (ГК, в мг-экв/100 г почвы) рассчитывают по формуле

$$ГК = \frac{V \times N \times 100 \times 1,75}{a},$$

где V – объем 0,1 н раствора NaOH , израсходованный на титрование;

N – нормальность раствора NaOH (0,1);

100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;

1,75 – условный коэффициент пересчета на полноту вытеснения водорода;

a – навеска аликвоты (в условиях методики 4 г).

По результатам анализов рассчитать дозу извести (D_{CaCO_3} , в т/га), необходимую для нейтрализации почвенной кислотности. Установлено, что для нейтрализации 1 мэкв водорода на 100 г почвы необходимо 50 г $CaCO_3$. Вес пахотного слоя почвы (0-20 см) на одном гектаре равен 3000 т. Отсюда следует:

$$50 \text{ мг} - 100 \text{ г,}$$

$$x - 3000 \text{ т.}$$

Приведя данные к одним единицам, получим величину $x=1,5$. Умножив на результат гидролитической кислотности, получим количество извести, необходимое для нейтрализации кислотности данной почвы:

$$D_{CaCO_3} = \text{ГК} \times 1,5.$$

Результаты занести в табл. 6.

Таблица 6

Гидролитическая кислотность почв

| Тип почвы | Горизонт (обозначение и название) | ГК, мг-экв/100 г почвы | Доза извести для мелиорации, т/га |
|-----------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| | | | |

После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы.

1. Чем обусловлена гидролитическая кислотность почв?
2. Для чего применяют значение гидролитической кислотности почв?
3. Какая из почв имела наибольшую гидролитическую кислотность?
4. В каких биоклиматических условиях формируются почвы, обладающие значительной гидролитической кислотностью и нуждающиеся в известковании?

Лабораторная работа 8. Качественные реакции на наличие или отсутствие определенных веществ в почвах

Качественные реакции используются для определения наличия или отсутствия определенных веществ в почвах, они свидетельствуют о развитии определенных почвообразовательных процессов. В качественном анализе используются легко выполнимые и простые, но при

этом селективные и чувствительные химические реакции. К таким качественным реакциям относятся:

1. Качественные реакции на наличие легкорастворимых солей – хлоридов и сульфатов. Наличие в почве хлоридов и сульфатов свидетельствует о развитии процесса засоления, избыток хлоридов и сульфатов неблагоприятно воздействует на большинство растений, особенно сельскохозяйственных.

2. Качественные реакции на присутствие карбонатов. Минералы карбонаты кальция и магния накапливаются в почвах сухих природных зон. В остаточно-карбонатных почвах они имеют литогенное происхождение – наследуются от карбонатных пород.

3. Качественные реакции на наличие подвижных ионов Fe^{2+} . Восстановление железа: $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ развивается в анаэробных условиях и сопровождается усилением подвижности ионов. Процессы характерны для почв в условиях избыточного переувлажнения.

Качественный анализ основан на наблюдении изменения окраски раствора, образования характерных осадков и выделения газа (табл. 7).

Таблица 7

Качественные химические реакции

| Тестируемый ион/вещество | Реагент для качественной реакции | Схема качественной реакции | Наблюдаемое изменение (признак качественной реакции) |
|-------------------------------------|--|--|--|
| Хлорид-ионы (Cl^-) | раствор AgNO_3 | $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$ | Выпадение белого осадка |
| Сульфат-ионы (SO_4^{2-}) | раствор BaCl_2 | $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$ | Выпадение белого осадка |
| Карбонаты | раствор HCl | $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ | Выделение углекислого газа |
| Ионы железа II (Fe^{2+}) | раствор $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ | $\text{Fe}^{2+} + \text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow$ | Выпадение синего осадка |

Цель работы: установить наличие определенных веществ в горизонтах разных почв.

Оборудование: фарфоровые чашки, шпатели, стаканы химические, весы технические, пробирки стеклянные, штативы, воронки, фильтры бумажные, пипетки стеклянные, раствор AgNO_3 , раствор BaCl_2 , 10 % раствор HCl , раствор гексацианоферрата калия ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$).

В работе используются образцы из горизонтов пяти почв: дерново-подзолистая, чернозем, солонец, солончак.

Ход работы

Приготовить водные вытяжки из почвенных проб. В химический стакан берут навеску почвы массой 10 г. В стакан с навеской добавляют 25 мл дистиллированной воды. Содержимое стакана интенсивно перемешивают с помощью стеклянной палочки в течение 5 минут. Затем через фильтр на воронке фильтруют суспензию почвы в стеклянные пробирки. Для каждой пробы необходимо приготовить по 3 пробирки с фильтратом, в которых проводят соответствующие качественные реакции на присутствие ионов хлора, сульфат-ионов и ионов железа (II). При добавлении реагента соответствующей качественной реакции (табл. 7) отмечают отсутствие или появление осадка.

Наличие карбонатов проверяют в сухой почвенной пробе. Для этого помещают небольшое количество почвы в фарфоровую чашку и капают на нее из пипетки 10 %-ным раствором HCl. Вскипание почвы (выделение пузырьков углекислого газа) свидетельствует о присутствии карбонатов в почве.

Результаты наблюдений вносят в табл. 8 с указанием наличия (+) или отсутствия (-) тестируемого иона/вещества.

После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы:

1. Какие ионы/вещества обнаружены в профиле чернозема (дерново-подзолистой почвы, солонца, солончака)?
2. Сопоставить солонец и солончак по наличию карбонатов, хлоридов и сульфатов в горизонтах почвенного профиля.
3. В каких почвах присутствуют ионы железа (II)?

Таблица 8

Наличие или отсутствие веществ / ионов в почвах

| Почва | Горизонт, глубина, см | Хлорид-ионы (Cl ⁻) | Сульфат-ионы (SO ₄ ²⁻) | Ионы железа II (Fe ²⁺) | Карбонаты |
|-------|-----------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|-----------|
| | | | | | |

3.2. Гранулометрический состав почв

Гранулометрическим (механическим) составом почвы называют соотношение в её составе твердых частиц разного размера. Гранулометрический состав почв в основном наследуется от материнских пород и незначительно меняется в процессе почвообразования. Часть гранулометрических элементов минерального, органического и органо-минерального состава может образовываться в ходе развития почвы. Гранулометрический состав почвы является важнейшей характеристикой твердой фазы почвы. Он играет важную роль в формировании физических свойств почвы: плотности, водных, воздушных и тепловых, является одним из ведущих факторов плодородия почвы.

В основе определения гранулометрического состава почвы разделение почвенной массы на фракции твердых частиц и установления их относительной массовой доли. По Н.А. Качинскому (1965) выделяются фракции гранулометрического состава почв (табл. 9).

Таблица 9
Фракции гранулометрического состава почв и их размеры

| Фракция | Размер фракции, мм |
|-------------------------|--------------------|
| <i>Скелетная часть</i> | |
| Камни | >3 |
| Гравий | 3 – 1 |
| <i>Мелкозём</i> | |
| Песок: крупный | 1 – 0,5 |
| средний | 0,5 – 0,25 |
| мелкий | 0,25 – 0,05 |
| Пыль: крупная | 0,05 – 0,01 |
| средняя | 0,01 – 0,005 |
| мелкая | 0,005 – 0,001 |
| Ил: грубый | 0,001 – 0,0005 |
| тонкий | 0,0005 – 0,0001 |
| Коллоиды | <0,0001 |
| <i>Физический песок</i> | >0,01 |
| <i>Физическая глина</i> | <0,01 |

Лабораторная работа 9. Органолептическое определение гранулометрического состава почвы

Существуют сухой и мокрый способы приблизительного и быстрого определения гранулометрического состава в полевых условиях. В качестве увлажнителя сухой почвы используют воду, а для сильнокарбонатных почв – 10%-ную соляную кислоту.

Цель работы: определение гранулометрического состава почв органолептическим методом.

Оборудование: промывалки, заполненные водой, фарфоровые чашки, шпатели.

Ход работы

Из корбочных образцов отбирают порции почв по 20-30 г в фарфоровые чашки. Проводят органолептический анализ гранулометрического состава.

1. *Сухой органолептический метод.* Песчаные почвы состоят только из песчаных зерен с небольшой примесью пылеватых и глинистых частиц. Супесчаные почвы легко растираются между пальцами, в растертом состоянии явно преобладают песчаные частицы, заметные даже на глаз. Суглинистые почвы при растирании в сухом состоянии дают тонкий порошок, в котором прощупывается некоторое количество песчаных частиц. Глинистые почвы в сухом состоянии с большим трудом растираются между пальцами, но в растертом состоянии ощущается однородный тонкий порошок. Результаты определения гранулометрического состава почвенных проб внести в табл. 10.

Таблица 10

Гранулометрический состав почв
(определено органолептическим методом)

| Почва | Горизонт, глубина, см | Результаты сухого определения | Результаты влажного определения |
|-------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | | | |

2. *Влажный органолептический метод.* Используя промывалки, заполненные водой, определяют гранулометрический состав мокрым способом. Слегка увлажняют почву в фарфоровой чашке небольшим количеством из промывалки. На ладонь помещают небольшую порцию почвы, раскатывают почвенную массу в шнур толщиной 5-7 мм (рис.

9). Определяют тип почвенного шнура и гранулометрический состав почвы.

Песчаная почва – бесструктурная, не обладает связностью. Супесчаная почва дает только зачатки шнура. Суглинистые почвы во влажном состоянии раскатываются в шнур, который разламывается при сгибании в кольцо. Легкий суглинок не дает кольца, а шнур растрескивается и дробится при раскатывании. Тяжелый суглинок дает кольцо с трещинами. Глинистые почвы во влажном состоянии сильно мажутся, хорошо скатываются в длинный шнур, из которого легко можно сделать кольцо (рис. 9).

Результаты определения гранулометрического состава почвенных проб внести в табл. 10.

Лабораторная работа 10. Определение степени каменистости почв

Обилие камней в почве зависит от генезиса почвообразующих пород, например, высоким содержанием камней характеризуются почвы на морене, горные почвы на скальных породах. Каменистость препятствует обработке почв и возделыванию сельскохозяйственных растений. По содержанию каменистой фракции предложена следующая классификация почв (табл. 11).

Таблица 11

Классификация почв по каменистости (Качинский, 1965)

| Доля камней, % | Степень каменистости |
|----------------|----------------------|
| < 0,5 | Некаменистая |
| 0,5 – 5 | Слабокаменистая |
| 5 – 10 | Среднекаменистая |
| > 10 | Сильнокаменистая |

Крупные фракции гранулометрических элементов почвенного скелета разделяют методом сухого ситового анализа.

Цель работы: определить степень каменистости почв.

Ход работы

Почвенную пробу просеять через набор сит на три фракции:

- камни – частицы размером более 3 мм,
- гравий – частицы размером 1-3 мм,
- мелкозем – частицы размером менее 1 мм.

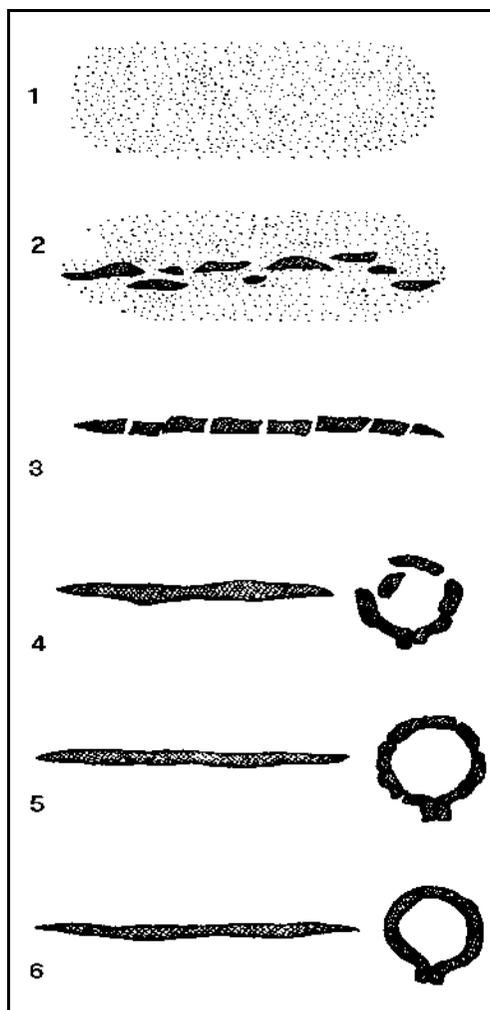


Рис. 9. Показатели мокрого способа определения гранулометрического состава почвы:

- 1 – песок, шнур не образуется; 2 – супесь, зачатки шнура;
- 3 – легкий суглинок, шнур, дробящийся при раскатывании;
- 4 – средний суглинок, шнур сплошной, кольца распадающиеся при свертывании;
- 5 – тяжелый суглинок, шнур сплошной, кольцо с трещинами;
- 6 – глина, шнур сплошной, кольцо без трещин

Сортировочная колонка собирается из сит с отверстиями размером 3 мм, 1 мм и поддона. На сито с отверстиями 3 мм высыпают почву, закрывают крышкой и просеивают. В результате будут отделены все три необходимые фракции. Взвешивают каждую фракцию и определяют долю каждой в процентах от суммарной массы всех фракций, результаты записывают в табл. 12. По содержанию фракции камней характеризовать каменистость почвы (см. табл. 11).

Таблица 12

Содержание фракций почвенного скелета и мелкозема

| Фракция | Мелкозем (менее 1 мм) | Гравий (1-3 мм) | Камни (более 3 мм) | Общий вес (сумма фракций) |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| Вес фракции, г | | | | |
| Содержание фракции, % | | | | |

После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы:

1. От чего зависит каменистость почвы?
2. Мешает ли высокая каменистость почвы возделыванию культурных растений?

Лабораторная работа 11.

Определение гранулометрического состава мелкозема почвы

Относительное содержание фракции физического песка (частицы более 0,01 мм) и физической глины (частицы менее 0,01 мм) в мелкоземе почвы положено в основу классификации почв по гранулометрическому составу (табл. 13).

Сухое просеивание не позволяет отделять гранулометрические элементы размером менее 1 мм, поэтому для разделения фракций мелкозема используют прием мокрого просеивания. Вода в мокром просеивании выполняет функцию диспергирования почвенных частиц, т.е. разделяет по размерам, а также промывает гранулометрические элементы через отверстия сита 0,25 мм.

Цель работы: определить гранулометрический состав почвенного мелкозема.

Приборы и материалы. Прибор А.Н. Сабанина (рис. 10), секундомер, набор фарфоровых чашек, весы, нагревательная плита, почвенный мелкозем (размеры менее 1 мм).

Классификация почв по гранулометрическому составу
(Н.А. Качинский, 1965)

| Название почвы по гранулометрическому составу | Содержание физической глины (частиц <0,01 мм), % | | |
|---|--|--------------------------------------|-------------------------------------|
| | Почвы подзолисто-го типа почвообразования | Почвы степного типа почвообразования | Солонцы и сильно-солонцеватые почвы |
| Песок рыхлый | 0 – 5 | 0 – 5 | 0 – 5 |
| Песок связный | 5 – 10 | 5 – 10 | 5 – 10 |
| Супесь | 10 – 20 | 10 – 20 | 10 – 15 |
| Суглинок легкий | 20 – 30 | 20 – 30 | 15 – 20 |
| Суглинок средний | 30 – 40 | 30 – 45 | 20 – 30 |
| Суглинок тяжелый | 40 – 50 | 45 – 60 | 30 – 40 |
| Глина легкая | 50 – 65 | 60 – 75 | 40 – 50 |
| Глина средняя | 65 – 80 | 75 – 85 | 50 – 65 |
| Глина тяжелая | > 85 | > 85 | > 65 |

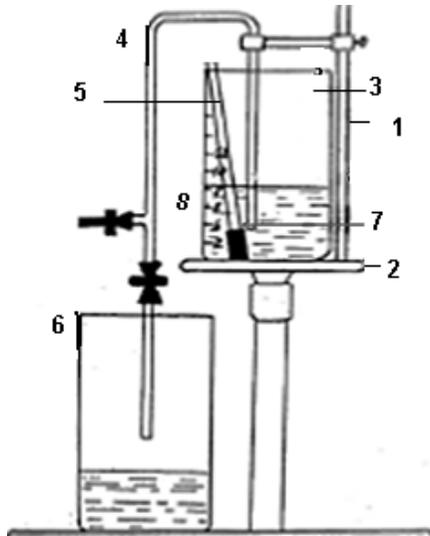


Рис. 10. Устройство прибора А.Н. Сабанина:

1 – штатив, 2 – столик, 3 – верхний сосуд (малый), 4 – трубка сифона, 5 – мешалка, 6 – нижний сосуд (большой), 7 – урез сифона, 8 – шкала на стенке верхнего сосуда

Ход работы

Проба мелкозема должна быть репрезентативной, т.е. отражать свойства общей массы мелкозема. Для получения репрезентативной пробы навеску 5,00 г берут из поддона сортировочной колонки маленькими порциями на всю глубину слоя мелкозема по 0,5 г или менее, периодически перемешивая содержимое.

Навеску мелкозема переносят в фарфоровую чашку диаметром 15 см, приливают небольшой объем воды и перемешивают содержимое до получения пастообразной массы. В течение 2-3 мин осторожно (плавно, без нажима) растирают содержимое пестиком с резиновым наконечником. Растертую суспензию переносят в сито 0,25 мм, поставленное в фарфоровую чашку диаметром 22 см.

Фракцию 0,25-1 мм, оставшуюся на сите, тщательно промывают тонкой струей из промывалки. После промывания содержимое сита полностью переносят в чашку диаметром 15 см, перевернув сито вверх дном и промыв его водой. Лишнюю воду из чашки сливают и с небольшой порцией воды переносят содержимое в предварительно взвешенную чашку диаметром 6 см. Чашку помещают на электрическую плитку и высушивают содержимое – фракцию крупного и мелкого песка (0,25-1 мм). После охлаждения чашки определяют вес фракции и заносят результат в табл. 14.

Таблица 14

Гранулометрический состав мелкозема почвы

| Фракции, мм | Крупный и средний песок 1,00-0,25 мм | Мелкий песок 0,25-0,05 мм | Крупная пыль 0,05-0,01 мм | Физическая глина < 0,01 мм |
|-----------------------|---|------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Вес фракции, г | | | | |
| Содержание фракции, % | | | | |

Для отделения фракций физической глины (менее 0,01 мм) и крупной пыли (0,01-0,05 мм) ситовой анализ непригоден, поскольку тонкие частицы забивают ячейки и не промываются даже с водой.

Тонкие фракции мелкозема сортируют на приборе А.Н. Сабанина (рис. 10) по скорости оседания частиц в воде, согласно закону Стокса:

$$v = k \cdot d^2$$
, где v – скорость падения частицы, с; k – постоянный коэффициент, зависящий от вязкости, воды, температуры и плотности оседаемых частиц; d – диаметр частиц, мм.

Принцип работы прибора А.Н. Сабанина. Прибор состоит из двух сосудов – малого наверху и большого внизу. Сосуды соединяются между собой специальным сифоном. Погружение сифона на расчётную глубину в верхний сосуд позволяет сортировать частицы из суспензии за расчётное время прохождения их от поверхности воды до уреза трубки сифона. Таким образом, путём сливания расчётного слоя суспензии через расчётное время, на основании отмучивания проводится разделение фракций гранулометрического состава почвы.

Трубку сифона заполняют чистой водой, не допуская попадания воздуха. Проводят отмучивание и отделение фракций физической глины и крупной пыли.

Отделение фракции физической глины (менее 0,01 мм). Частицы размером 0,01 мм оседают в воде при нормальных условиях со скоростью 0,2 мм/с. За 100 с все частицы более 0,01 мм осядут глубже 2 см, а в слое выше 2-х см останутся частицы менее 0,01 мм (фракция физической глины).

Урез сифона (элемент 7 на рис. 30) устанавливают на 2 см выше дна верхнего сосуда. В фарфоровой чашке диаметром 22 см взмучивают суспензию и переносят в верхний сосуд до отметки 4 см. Тщательно взмучивают суспензию. Выдерживают 100 с после прекращения взмучивания и сливают 2-сантиметровый слой отстоявшейся суспензии в нижний сосуд прибора. Не допускать попадания воздуха в сифон! Повторяют процедуру многократно (не менее 4-5 раз) до полного переноса частиц физической глины (менее 0,01 мм) в нижний сосуд. Когда суспензия в чашке закончится, промывают чашку несколько раз водой. Отмучивание физической глины считается законченным, когда верхний 2-сантиметровый слой суспензии через 100 с становится совершенно прозрачным. После отмучивания всё содержимое нижнего сосуда выливают в раковину. Вес фракции физической глины определяют после окончания опыта по разности веса исходной навески и взвешенных фракций.

Определение фракции крупной пыли (0,01-0,05 мм) и мелкопеска (0,25-0,05 мм). Частицы размером 0,05 мм оседают в воде со скоростью 2 мм/с. За 30 с они осядут глубже 6 см. Частицы менее 0,05 см попадут в сливаемый слой. Урез сифона устанавливают на уровне 2 см от дна нижнего сосуда. Для сортировки частиц в верхний сосуд прибора доливают суспензию до отметки 8 см. Суспензию тщательно взмучивают и через 30 с сливают 6-сантиметровый слой (до отметки 2 см) в нижний сосуд. После многократного повторения процедуры в верхнем сосуде (в 2-сантиметровом слое) остается фракция

мелкого песка (0,25-0,05 мм), в нижнем – фракция крупной пыли (0,05-0,01 мм).

Количественное определение фракций мелкозема. После мокрого просеивания и отмучивания исходная навеска мелкозема (5,00 г) разделена на четыре фракции:

крупный и средний песок – 1,00-0,25 мм – собрана на сите 0,25 мм;

мелкий песок – 0,25-0,05 мм – собрана на дне верхнего сосуда

прибора;

крупная пыль – 0,05-0,01 мм – собрана в нижнем сосуде прибора;

физическая глина – менее 0,01 мм – отделенная при первом отмучивании.

Для определения веса фракций мелкого песка и крупной пыли из сосудов прибора осторожно, не допуская потери частиц, выливают излишки воды, затем полностью переносят содержимое с минимальными порциями воды в тарированные фарфоровые чашки. Излишки воды аккуратно сливают и ставят чашки на электрическую плитку. После полного высушивания и охлаждения чашки взвешивают и определяют вес соответствующих фракций.

Данные по весу фракций мелкозема почвы заносят в табл. 14. Вес фракции физической глины рассчитывают путем вычитания суммы трех фракций из общей навески мелкозема (5,00 г). Долю от общей массы мелкозема (5,00 г) выражают в процентах и заносят в табл. 14.

По содержанию фракции физической глины охарактеризовать гранулометрический состав почвы (см. табл. 13).

После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы.

1. Отчего зависит гранулометрический состав почвы?

2. Почему горизонты одной почвы могут иметь различный гранулометрический состав?

Лабораторная работа 12.

Определение плотности и пористости почв

Физические свойства почв обуславливают формирование почвенного раствора, воздушных, водных, тепловых свойств почвы, уровень ее устойчивости к загрязнению и эрозии, а также определяют характер питания растений и уровень плодородия. К физическим свойствам почвы относятся общие физические и физико-механические свойства, водные, воздушные и тепловые свойства. Лабораторная работа посвящена определению общих физических свойств почвы: плотность почвы, плотность твёрдой фазы и пористость.

Цель работы: определить общие физические свойства почвы: плотность почвы, плотность твёрдой фазы и пористость.

1. Определение плотности почвы (объемная плотность)

Плотность почвы – масса единицы объема абсолютно сухой почвы в естественном сложении (объемная плотность), выражается в г/см^3 . Плотность почвы показывает массу единицы объема почвы, включая как твёрдую, так и воздушную фазу, заполняющую поровые пространства. Плотность почвы изменяется в широких пределах от $0,15 \text{ г/м}^3$ (у торфяных почв) до $1,8 \text{ г/м}^3$ у минеральных почв. Плотность почвы может меняться в пределах профиля от верхних до нижних горизонтов.

Оборудование и материалы: бюкс алюминиевый, весы технические, образцы почв с ненарушенной структурой.

Ход работы. Взвешивают алюминиевый бюкс, определяют его высоту, диаметр и радиус. Вычисляют объем бюкса по формуле

$$V = \pi r^2 h,$$

где V – объем бюкса, см^3 ; π – число пи, 3,14; r – радиус бюкса, см; h – высота бюкса, см.

Взвесить пустой бюкс. Заполнить бюкс до краев (как можно ровнее) почвой с ненарушенной структурой, уплотняя ее по мере заполнения (постукивая дном бюкса о ладонь). Взвесить бюкс с почвой. Рассчитать вес почвы в бюксе, вычитая вес пустого бюкса из веса заполненного бюкса. Плотность почвы вычисляют по формуле:

$$d_v = \frac{m}{V},$$

где d_v – плотность почвы, г/см^3 ; m – вес почвы в бюксе, г, V – объем бюкса, см^3 .

2. Определение плотности твёрдой фазы почвы

Плотность твёрдой фазы – масса единицы объема всех твердых компонентов почвы без пор, заполненных воздухом. Плотность твёрдой фазы всегда выше объемной плотности почвы. Величина плотности твёрдой фазы для минеральных почв колеблется от 2,4 до $2,8 \text{ г/см}^3$, для гумусированных почв – от 1,4 до $1,8 \text{ г/см}^3$.

Ход работы

Растирают пробу почвы в фарфоровой ступке и просеивают через сито 1 мм. Берут навеску просеянной почвы 10,0 г (а – вес пробы). Заполняют мерную колбу на 100 мл водой до метки и взвешивают (b – вес колбы с водой). Выливают из колбы примерно половину объема воды и через сухую воронку порциями вносят навеску почвы. Колбу с

водой и почвой помещают на электрическую плитку и доводят содержимое до кипения и поддерживают в кипящем состоянии 10 мин, не допуская бурного кипения и выброса содержимого из колбы. После кипячения колбу снимают с плитки с помощью держателя, охлаждают до комнатной температуры и доводят объем водой до метки. Колбу вытирают снаружи досуха. Взвешивают колбу с водой и почвой (c – вес колбы с водой и почвой). Рассчитывают плотность твердой фазы почвы по формуле

$$d = \frac{a}{(b + a) - c},$$

где d – плотность твердой фазы почвы, г/см³; a – навеска почвы, 10 г; b – вес колбы с водой, г; c – вес колбы с водой и почвой, г.

3. Определение пористости почвы

Пористость – суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы. Пористость зависит от соотношения объемной плотности и плотности твердой фазы почвы и выражается в процентах. Пористость минеральных почв колеблется от 25 до 80 %, у торфяных почв её величина составляет 80 – 90 %.

Пористость почвы рассчитывают исходя из данных по плотности и плотности твердой фазы почвы по формуле:

$$P = \frac{d - d_v}{d} \cdot 100,$$

где P – пористость почвы, %; d_v – плотность почвы, г/см³; d – плотность твердой фазы почвы, г/см³; 100 – коэффициент пересчета в проценты.

Результаты определения общих физических свойств почвы заносят в табл. 15.

Таблица 15

Общие физические свойства почвы

| Почва, горизонт, глубина, см | Объемная плотность, г/см ³ | Плотность твердой фазы, г/см ³ | Пористость, % |
|------------------------------|---------------------------------------|---|---------------|
| | | | |

После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы.

1. От чего зависит объемная плотность почвы?
2. От чего зависит плотность твердой фазы почвы?

3.3. Биологическая активность почв

Под *биологической активностью* почвы понимают совокупность биологических процессов, протекающих в почве. Уровень биологической активности зависит от количественного и качественного состава почвенных организмов (бактерий, актиномицетов, дрожжей, простейших, водорослей, червей и др.).

Интегральными показателями активности биологических процессов являются интенсивность почвенного «дыхания» и активность почвенных ферментов.

Лабораторная работа 13.

Определение интенсивности почвенного «дыхания»

«Дыхание» почвы – это процесс выделения углекислого газа, образующегося в результате окислительных процессов. Интенсивность выделения CO_2 почвы связана с дыханием мелких почвенных беспозвоночных животных, с дыханием корней растительности и особенно с активностью почвенных микроорганизмов и их ферментов. В этом особую роль играют иммобилизованные в почве ферменты. Таким образом, дыхание как интегральный показатель биохимической активности почв связан прежде всего с ферментативным разрушением органических соединений – продуктов жизнедеятельности.

Цель работы: определить интенсивность почвенного «дыхания» (выделения CO_2).

Оборудование и материалы: весы, сосуды с герметичной крышкой, стеклянные стаканчики, почва, 0,1 н NaOH, индикатор фенолфталеин, 0,1 н HCl.

Ход работы

Метод основан на измерении количества CO_2 , выделившегося с единицы массы почвы за определенный промежуток времени. На весах берут навеску почвы 25 г и помещают ровным слоем на дне сосуда с герметичной крышкой (рис. 11). Почву увлажняют до состояния 60 % от полной влагоемкости. На дно сосуда размещают стаканчик с 5 мл 0,1 н раствора NaOH (поглощающая щелочь). Сосуд плотно закрывают и выдерживают 24 ч.

Для определения количества CO_2 в воздухе сосуда-изолятора готовят «холостую» пробу. В пустой сосуд ставят стаканчик с 5 мл 0,1 н NaOH. Выдерживают в закрытом сосуде в течение 24 ч.

По окончании времени экспозиции определить остатки щелочи в испытуемой и холостой пробах. Для этого в содержимое чашек до-

бавляют 1-2 капли индикатора фенолфталеина и титруют из бюретки раствором 0,1 н НСІ до исчезновения розовой окраски. Чем больше поглотилось углекислоты щелочью, тем меньше кислоты потребуется на титрование, так как часть щелочи уже будет нейтрализована углекислотой.

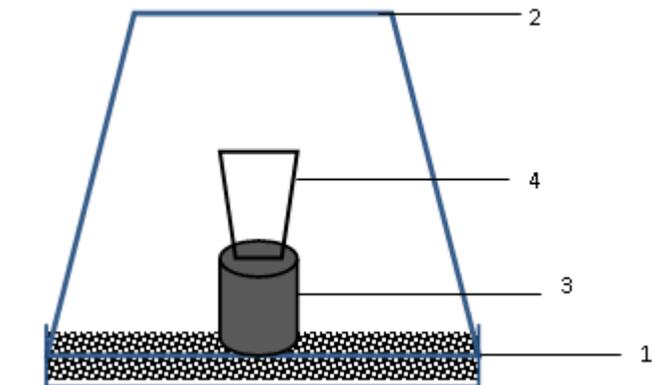


Рис. 11. Схема установки для определения интенсивности почвенного «дыхания»:

1 – емкость с исследуемой почвой, 2 – сосуд-изолятор,
3 – подставка, 4 – емкость с поглощающей щелочью.

Интенсивность выделения CO_2 вычисляют по формуле

$$D = \frac{(A - B) \times 2,2 \times 100}{T \times m},$$

где D – интенсивность почвенного дыхания или количество CO_2 , выделившегося из почвы, мг/100 г почвы за 24 ч; A – количество 0,1 н НСІ, пошедшей на титрование щелочи в холостой пробе, мл; B – количество 0,1 н НСІ, пошедшей на титрование щелочи в испытуемой пробе, мл; T – время экспозиции, 24 ч, m – навеска почвы, г; 2,2 – пересчетный коэффициент, количество CO_2 , поглощаемое 1 мл 1 н NaOH, мг; 100 – коэффициент для пересчета результатов на 100 г почвы.

Данные по интенсивности почвенного дыхания заносят в табл. 16.

Интенсивность почвенного дыхания почв, мг/100 г за 24 ч

| Почва | Горизонт, глубина, см | Интенсивность дыхания |
|-------|-----------------------|-----------------------|
| | | |

Лабораторная работа 14.

Определение активности каталазы газометрическим способом

Ферментативная активность почвы складывается в результате совокупности процессов поступления, иммобилизации и действия ферментов в почве. Источниками почвенных ферментов служат все живые организмы почв: растения, водоросли, микроорганизмы, животные, грибы. Разнообразие и богатство ферментов в почве позволяет осуществляться последовательным биохимическим превращениям различных органических остатков. При этом образуются доступные растениям и микроорганизмам питательные вещества, а также высвобождается энергия

Активность ферментов является более устойчивым и чувствительным показателем биологической активности почв по сравнению с показателями численности и состава микрофлоры и почвенной фауны. Активность ферментов максимальна в верхних наиболее биогенных почвенных горизонтах и вниз по почвенному профилю падает, что связано с уменьшением запасов органического вещества, меньшим количеством животных, микроорганизмов, корней растений. При оценке биологической активности почв рекомендуют определять активность одного фермента из каждой группы ферментов, например, из оксидаз – каталазу, из карбогидраз – инвертазу; из амидаз – уреазу. Внутри одного типа или подтипа почв можно ограничиться определением активности одного фермента.

Каталаза относится к группе ферментов оксидоредуктаз и катализирует окислительно-восстановительную реакцию расщепления молекулы перекиси водорода до воды и кислорода. Каталаза является чувствительным ферментом к изменению почвенных условий: температуры, кислотности, аэрации и др.

Метод определения каталазной активности основан на определении объема кислорода, который выделяется в результате реакции расщепления перекиси водорода. Д.Г. Звягинцевым (1978) разработана шкала степени обогащенности почв каталазой (в мл O_2 за 1 мин на 1 г почвы):

очень бедная – менее 1,
бедная – 1-3,
средняя – 3-10,
богатая – 10-30,
очень богатая – более 30.

Цель работы: определить каталазную активность почвы.

Оборудование и материалы: CaCO_3 (мел, растертый в ступке), 3%-ный раствор перекиси водорода (H_2O_2); 5%-ный раствор серной кислоты (H_2SO_4), прибор для определения активности каталазы (рис. 12), секундомер, почва.

Ход работы

Заполнить колбу водой и с помощью штатива установить уровень воды напротив нулевой отметки на градуированной бюретке. Зажим Мора на выпускной трубке плотно закрывают. Заполняют каталазник следующим образом: одну часть каталазника наполняют почвой в количестве 1 г, смешанной с 0,5 г мела, во вторую часть каталазника помещают 3%-ный раствор H_2O_2 в объеме 5 мл. Соединить каталазник с прибором, плотно закрывая резиновой пробкой со шлангом.

Для запуска ферментативной реакции расщепления перекиси каталазник переворачивают таким образом, чтобы перекись смешать с почвой, одновременно включить секундомер. Через пять минут определить объем выделившегося кислорода по уровню воды в градуированной бюретке.

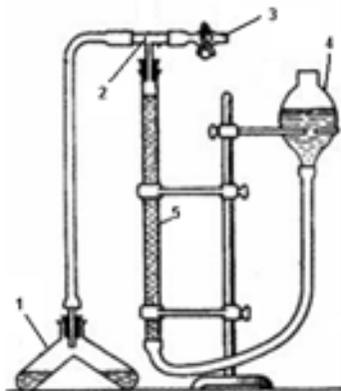


Рис. 12. Устройство прибора для определения активности каталазы:
1 – каталазник, 2 – выпускная трубка, 3 – зажим Мора,
4 – колба с водой, 5 – градуированная бюретка

Активность каталазы выражают в мл O_2 выделившихся за 1 мин на 1 г почвы. Данные по активности каталазы заносятся в табл. 17.

Таблица 17
Активность каталазы, мл O_2 за 1 мин на 1 г почвы

| Почва | Горизонт, глубина, см | Активность каталазы |
|-------|-----------------------|---------------------|
| | | |

Охарактеризовать степень обогащенности почвы каталазой, используя шкалу Д.Г. Звягинцева (см. выше).

После выполнения работы следует ответить письменно на контрольные вопросы:

1. Что такое биологическая активность почвы?
2. Почему из почвы выделяется углекислый газ?
3. Откуда в почве появляются ферменты?
4. Отчего зависит ферментативная активность почв?

3.4. Задание для самостоятельной работы по интерпретации свойств почв

Цель работы – получить навыки интерпретации важнейших свойств почв. В табл. 18-25 приведены данные о свойствах разных типов почв. Используя эти данные охарактеризовать свойства почв.

Гранулометрический состав

Твердая фаза почв и пород состоит из частиц разного размера, которые называются гранулометрическими или механическими элементами. Близкие по размерам и свойствам гранулометрические элементы группируются во фракции. Относительное содержание в почве фракций гранулометрических элементов (в %) называют гранулометрическим или механическим составом почв. Обычно этот состав отражает лишь соотношение частиц менее 1 мм (мелкозем). Гранулометрический состав почвы определяет уровень плодородия, устойчивость к химическому загрязнению и др.

По содержанию физической глины (<0,01 мм) в заданной почве дать название почвы (горизонтов) по гранулометрическому составу (см. табл. 13).

Содержание гумуса

Гумус – это сложный комплекс органических соединений, состоит из двух групп: органических соединений индивидуальной при-

роды, неспецифических для почв (они присутствуют в животных, растительных тканях) и комплекса органических веществ, специфического для почв – это собственно гумусовые вещества. Содержание и состав гумуса – один из основных показателей почвенного плодородия. От содержания и состава гумуса зависит поведение техногенных веществ в почвенном профиле.

Типы почв характеризуются как различным содержанием гумуса, так и разной скоростью уменьшения его содержания с глубиной. Содержание гумуса в верхних горизонтах может колебаться от 1-2 % (как у сероземов, подзолов) до 12-15 % (у черноземов).

Охарактеризовать почву по содержанию гумуса (%), используя следующие градации:

- ≥ 10 – очень высокое,
- 6-10 – высокое,
- 4-6 – среднее,
- 2-4 – низкое,
- ≤ 2 – очень низкое.

Актуальная кислотность / щелочность и обменная кислотность

Водородный показатель $pH_{\text{вод}}$ характеризует кислотно-щелочные условия почвенного раствора. В почвах ненасыщенных основаниями определяют $pH_{\text{сол}}$, показывающий обменную кислотность почвы. Кислотно-щелочные условия влияют на поведение веществ-загрязнителей, биогенную активность, устойчивость растений и т.д.

Заданную почву следует характеризовать по величине $pH_{\text{вод}}$, используя градацию, предложенную на с. 56.

Заданную почву следует характеризовать по величине $pH_{\text{сол}}$ (при наличии данного показателя), предложенную на с. 57.

Емкость катионного обмена

Общее количество всех поглощенных (обменных) катионов, которые могут быть вытеснены из почвы, называют емкостью поглощения или емкостью катионного обмена (ЕКО), выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы. ЕКО колеблется в почвах от 5 до 70 мг-экв/100 г. Высокую ЕКО имеют почвы, богатые органическими и органоминеральными коллоидами, а также глинистыми минералами. В черноземах, каштановых и коричневых почвах в обменном состоянии преобладают кальций и магний, в солонцовых и солончаковых почвах более 10% обменных оснований составляет натрий, а в подзолистых почвах, буроземах, красноземах значительную долю – водород и алюминий. Величина ЕКО и состав обменных катионов регули-

руют взаимодействие почвы с удобрениями, мелиорантами, загрязнителями, влияют на биогенную активность и т.д.

В заданной почве вычислить ЕКО, суммируя обменные катионы. Охарактеризовать почву по величине ЕКО в верхних горизонтах используя следующие градации:

- 3-5 – крайне низкая,
- 5-10 – очень низкая,
- 10-15 – низкая,
- 15-25 – средняя,
- 25-35 – выше средней,
- 35-45 – высокая,
- 45-60 – очень высокая,
- более 60 – крайне высокая.

Степень насыщенности основаниями

Если в составе обменных катионов почвы содержатся водород и алюминий, следует рассчитать степень насыщенности основаниями – относительное содержание (%) обменных кальция и магния от емкости катионного обмена. По степени насыщенности основаниями определяют нуждаемость в известковании: при степени насыщенности основаниями 50 % и ниже потребность в извести высокая, при 50-70 % – средняя, при 70 % и выше – слабая, более 80 % – известкование не проводят. Охарактеризовать почву по нуждаемости в известковании

Степень солонцеватости

Если в составе обменных оснований почвы содержится натрий, следует рассчитать степень солонцеватости – относительное содержание (%) натрия от емкости катионного обмена. Охарактеризовать почву по степени солонцеватости:

- обменного натрия не более 5 % – почва несолонцеватая;
- доля обменного натрия 5-10 % – почва слабосолонцеватая;
- доля обменного натрия 10-15 % – почва среднесолонцеватая;
- доля обменного натрия 15-20 % и более – сильносолонцеватая.

Содержание карбонатов

Карбонаты содержатся в почвах сухих природных зон (степи, пустыни). Карбонаты могут выщелачиваться из верхних горизонтов вглубь профиля, формируя иллювиально-карбонатные горизонты.

Установить наличие / отсутствие карбонатов в профиле заданной почвы. Проследить, как изменяется содержание карбонатов по профилю, отметить горизонт с наибольшим количеством карбонатов.

Содержание легкорастворимых солей

Содержание легкорастворимых солей определяется в водной вытяжке. Засоление может иметь природный и техногенный характер.

При количестве водорастворимых солей менее 0,3 % почва считается незасоленной.

Охарактеризовать заданную почву по степени засоления (содержанию водорастворимых веществ), используя следующую градацию:

- незасоленная – менее 0,3 %,
- слабозасоленная – 0,3-0,4 %,
- средnezасоленная – 0,5-1,0 %,
- сильнозасоленная – 1,0-2,0 %,
- очень сильно засоленная – более 2 %.

Охарактеризовать почву по глубине залегания водорастворимых солей:

- соли более 0,3 % на глубине менее 30 см – солончакoвая,
- соли на глубине 30-80 см – солончакoватая,
- соли на глубине 80-150 см – глyбокoсолончакoватая.

Заклyчение

1. В заклyчении описать все свойства почвы.
2. Проследить изменение свойств по горизонтам с глyбиной.
3. Объяснить свойства почвы, привлекая материал по описанию почвообразовательных процессов в данной почве (см. лабораторные работы 2-4) и материал по описанию почв из учебника.

Таблица 18

Свойства подзолистой почвы

| Горизонт, глубина, см | Физическая глина, % | Гумус, % | pH _{вод} | pH _{сол} | Обменные катионы, мг-экв/100 г | | | Карбонаты, % |
|-----------------------|---------------------|----------|-------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------|
| | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | H ⁺ + Al ³⁺ | |
| AY 0-8 | 22 | 2,9 | 4,1 | 3,3 | 3,8 | 1,6 | 6,3 | Нет |
| EL 10-20 | 21 | 0,9 | 4,8 | 3,8 | 3,5 | 1,4 | 5,0 | Нет |
| BEL 20-30 | 32 | 0,4 | 5,1 | 3,6 | 4,6 | 1,8 | 6,0 | Нет |
| BT1 35-45 | 40 | 0,3 | 5,3 | 3,6 | 5,8 | 2,8 | 6,8 | Нет |
| BT2 65-75 | 45 | 0,1 | 5,8 | 3,9 | 6,0 | 2,7 | 7,2 | Нет |

Таблица 19

Свойства дерново-подзолистой почвы

| Горизонт, глубина, см | Физическая глина, % | Гумус, % | pH _{вод} | pH _{сол} | Обменные катионы, мг-экв/100 г | | | Карбонаты, % |
|-----------------------|---------------------|----------|-------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------|
| | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | H ⁺ + Al ³⁺ | |
| AУ 0-10 | 31 | 5,5 | 5,3 | 5,0 | 23,1 | 2,3 | 4,8 | Нет |
| EL 16-26 | 27 | 3,9 | 5,3 | 4,9 | 20,9 | 2,0 | 8,2 | Нет |
| BEL 30-40 | 34 | 1,6 | 5,8 | 5,2 | 17,4 | 2,6 | 6,4 | Нет |
| BT1 50-60 | 44 | 0,4 | 6,2 | 5,3 | 12,5 | 2,4 | 3,2 | Нет |
| BT2 80-90 | 50 | - | 6,8 | 5,4 | 13,5 | 2,8 | 3,6 | Нет |

Таблица 20

Свойства серой почвы

| Горизонт, глубина, см | Физическая глина, % | Гумус, % | pH _{вод} | pH _{сол} | Обменные катионы, мг-экв/100 г | | | Карбонаты, % |
|-----------------------|---------------------|----------|-------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------|
| | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | H ⁺ + Al ³⁺ | |
| AУ 0-10 | 36 | 5,5 | 5,3 | 5,0 | 23 | 2 | 5 | Нет |
| AEL 12-22 | 34 | 3,9 | 5,3 | 4,9 | 21 | 2 | 8 | Нет |
| BEL 28-38 | 39 | 2,0 | 5,8 | 5,2 | 17 | 3 | 6 | Нет |
| BT 50-60 | 39 | 0,9 | 6,2 | 5,0 | 13 | 3 | 4 | Нет |
| C 90-100 | 40 | 0,1 | 6,6 | 5,4 | 12 | 2 | 3 | Нет |

Таблица 21

Свойства чернозема иллювиально-глинистого

| Горизонт, глубина, см | Физическая глина, % | Гумус, % | pH _{вод} | pH _{сол} | Обменные катионы, мг-экв/100 г | | | Карбонаты, % |
|-----------------------|---------------------|----------|-------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------|--------------|
| | | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | H ⁺ + Al ³⁺ | |
| AU 0-10 | 37 | 12,6 | 6,9 | 6,2 | 49 | 8 | 1 | Нет |
| AU 20-30 | 37 | 8,7 | 7,0 | 5,9 | 46 | 7 | 1 | Нет |
| BI 40-50 | 38 | 3,3 | 7,0 | 5,8 | 46 | 6 | 2 | Нет |
| BI 60-70 | 39 | 0,7 | 7,3 | 6,0 | 34 | 7 | 2 | Нет |
| Cca 90-100 | 40 | 0,2 | 7,9 | 7,5 | 32 | 7 | 1 | 1,8 |

Таблица 22

Свойства каштановой почвы

| Горизонт, глубина, см | Физическая глина, % | Гумус, % | pH _{вод} | Обменные катионы, мг-экв/100 г | | | Карбонаты, % | Соли, % |
|-----------------------|---------------------|----------|-------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|--------------|---------|
| | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | | |
| AJ 2-10 | 42 | 4,1 | 7,6 | 20,3 | 6,4 | 1,7 | 1,3 | 0,20 |
| ВМК 20-30 | 46 | 2,7 | 7,8 | 18,9 | 4,3 | 2,1 | 2,8 | 0,18 |
| ВМ 45-55 | 45 | 1,0 | 8,0 | 10,6 | 3,1 | 1,1 | 4,2 | 0,29 |
| САТ 65-75 | 44 | 0,9 | 7,8 | 8,8 | 2,3 | 0,6 | 5,5 | 0,30 |
| Сса 90-100 | 43 | 0,2 | 7,8 | - | - | - | 5,9 | 0,31 |

Таблица 23

Свойства солонца темногумусового

| Горизонт, глубина, см | Физическая глина, % | Гумус, % | pH _{вод} | Обменные катионы, мг-экв/100 г | | | Карбонаты, % | Соли, % |
|-----------------------|---------------------|----------|-------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|--------------|---------|
| | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | | |
| AU 3-13 | 52 | 8,4 | 6,6 | 39,2 | 1,6 | 3,5 | Нет | 0,03 |
| ASN 16-26 | 66 | 4,1 | 8,1 | 25,3 | 7,3 | 8,8 | Нет | 0,37 |
| BCA 35-45 | 68 | 1,5 | 8,8 | 22,6 | 6,0 | 6,7 | 1,3 | 1,65 |
| BCA 60-70 | 67 | 0,3 | 8,7 | - | - | - | 2,6 | 0,68 |
| Сса 90-100 | 65 | 0,1 | 8,4 | - | - | - | 2,7 | 0,51 |

Таблица 24

Свойства солончака

| Горизонт, глубина, см | Физическая глина, % | Гумус, % | pH _{вод} | Обменные катионы, мг-экв/100 г | | | Карбонаты, % | Соли, % |
|-----------------------|---------------------|----------|-------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|--------------|---------|
| | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | | |
| S 0-5 | 58 | 2,5 | 8,2 | 33,7 | 4,0 | 5,6 | 2,6 | 2,89 |
| SC 5-15 | 54 | 0,7 | 8,0 | 31,6 | 3,6 | 5,3 | 2,3 | 1,76 |
| C 35-45 | 58 | 0,2 | 7,9 | 26,4 | 2,3 | 3,8 | 5,8 | 2,65 |
| C 60-70 | 62 | - | 8,1 | - | - | - | 5,6 | 2,06 |
| C 80-90 | 64 | - | 8,2 | - | - | - | 6,2 | 2,33 |

Свойства серозема

| Горизонт, глубина, см | Физическая глина, % | Гумус, % | pH _{вод} | Обменные катионы, мг-экв/100 г | | | Карбонаты, % | Соли, % |
|-----------------------|---------------------|----------|-------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|--------------|---------|
| | | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | | |
| AJ 0-10 | 27 | 3,5 | 7,6 | 5,9 | 3,4 | 1,4 | 4,4 | 0,07 |
| AJC 12-22 | 30 | 1,7 | 7,8 | 5,3 | 4,1 | 1,6 | 4,3 | 0,13 |
| AJC 25-35 | 33 | 0,3 | 8,0 | 3,9 | 4,2 | 1,7 | 6,2 | 0,23 |
| C 55-65 | 44 | - | 8,1 | - | - | - | 6,4 | 0,21 |
| C 90-100 | 42 | - | 8,2 | - | - | - | 3,5 | 0,31 |

Библиографический список

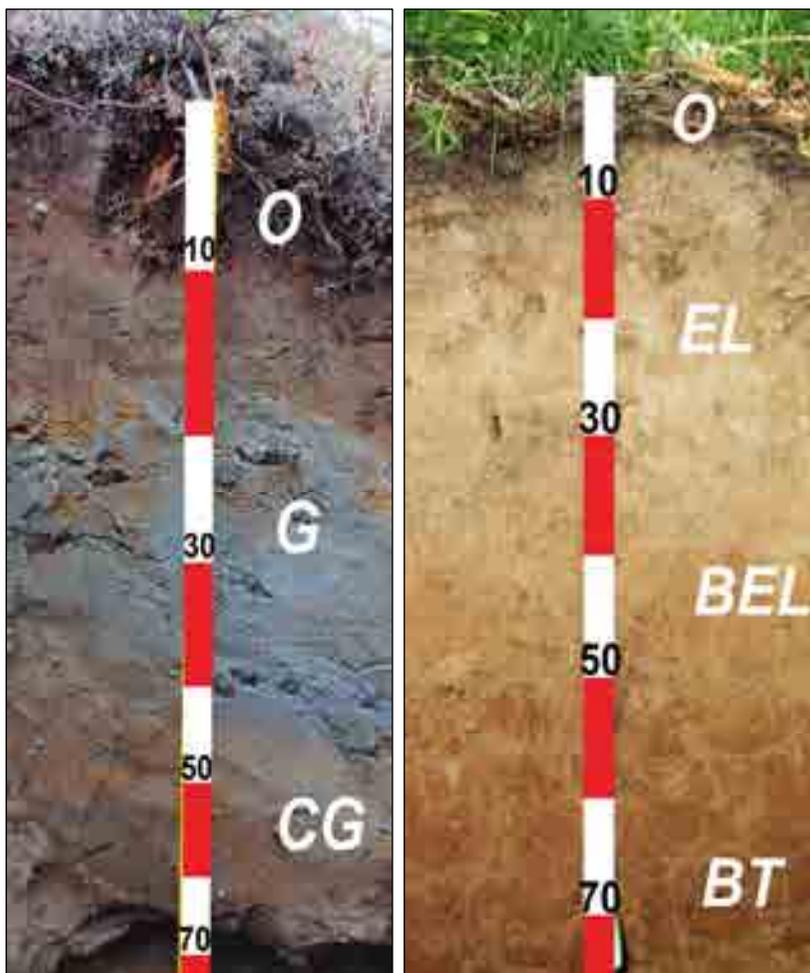
Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение. М.: МарТ, 2004. 496 с.

Геннадиев А.Н., Глазовская М.А. География почв с основами почвоведения. М.: Высшая школа, 2005. 461 с.

Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

Розанов Б.Г. Морфология почв. М.: Академический проект, 2004. 432 с.

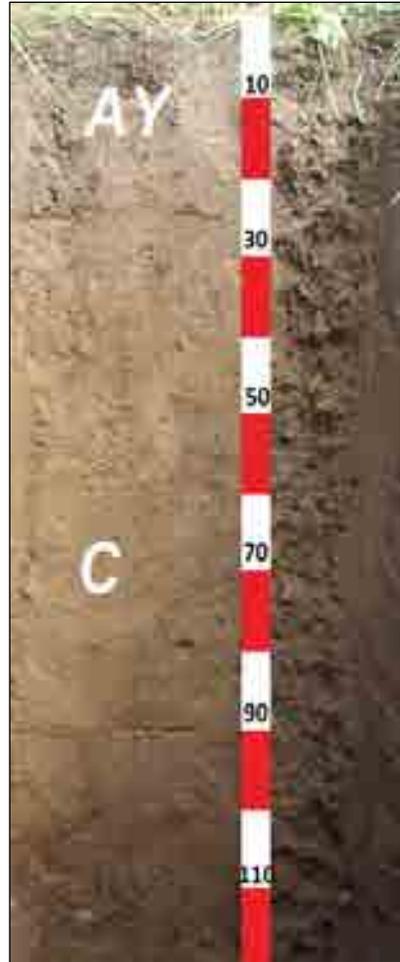
ПРИЛОЖЕНИЯ



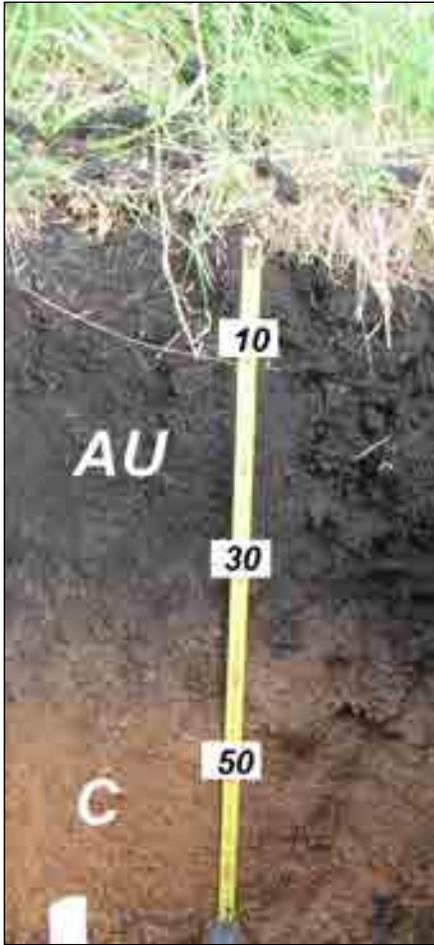
1. Глеезём грубогумусированный 2. Подзолистая почва



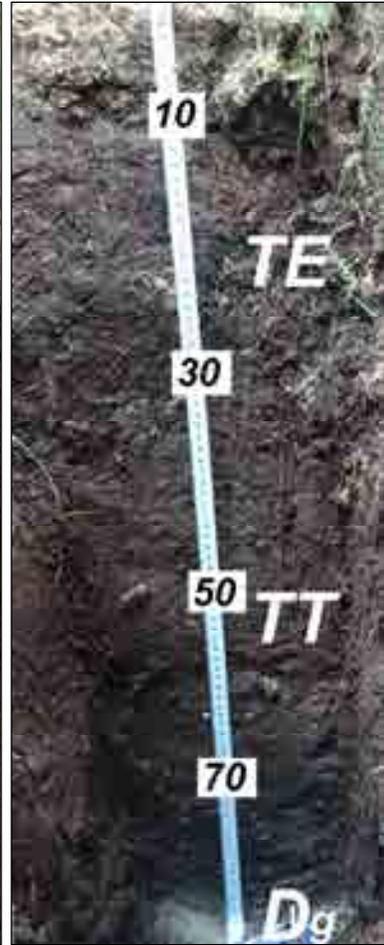
3. Дерново-подзолистая почва



4. Серогумусовая почва



5. Темногумусовая почва



6. Торфяная эутрофная почва

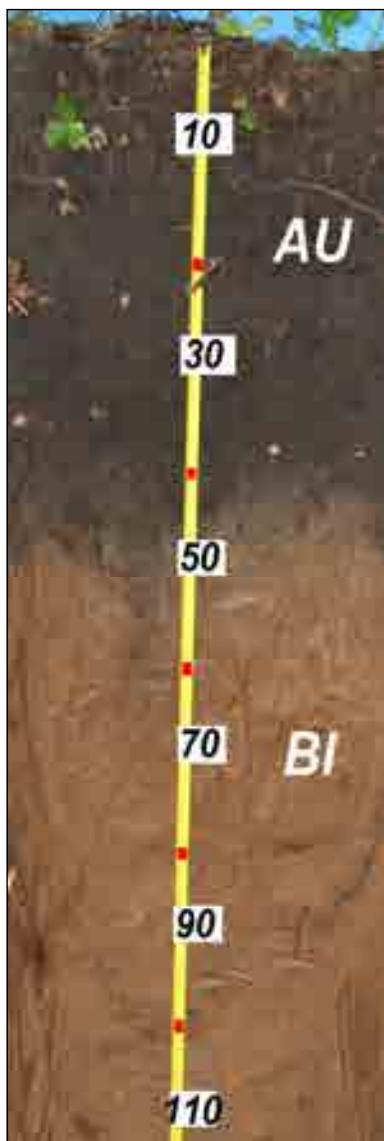


7. Аллювиальная серогумусовая почва

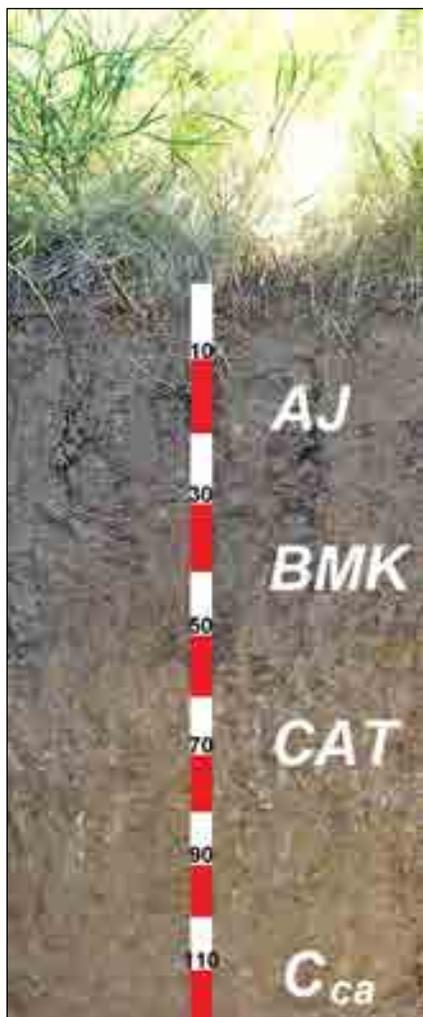
8. Серая почва



9. Чернозем



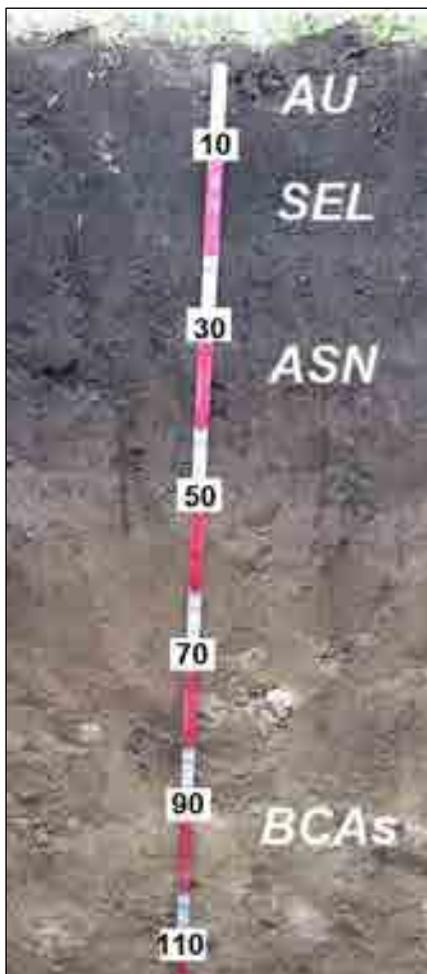
10. Чернозем глинисто-иллювиальный



11. Каштановая почва.



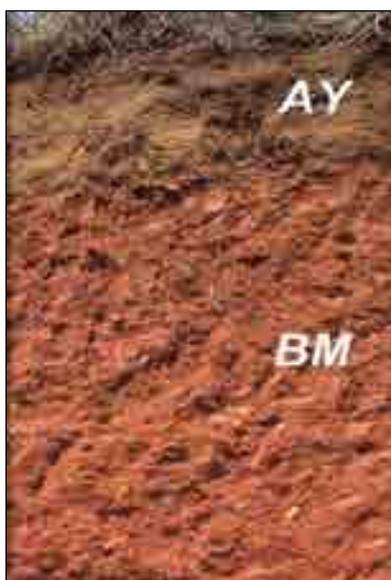
12. Солончак темный



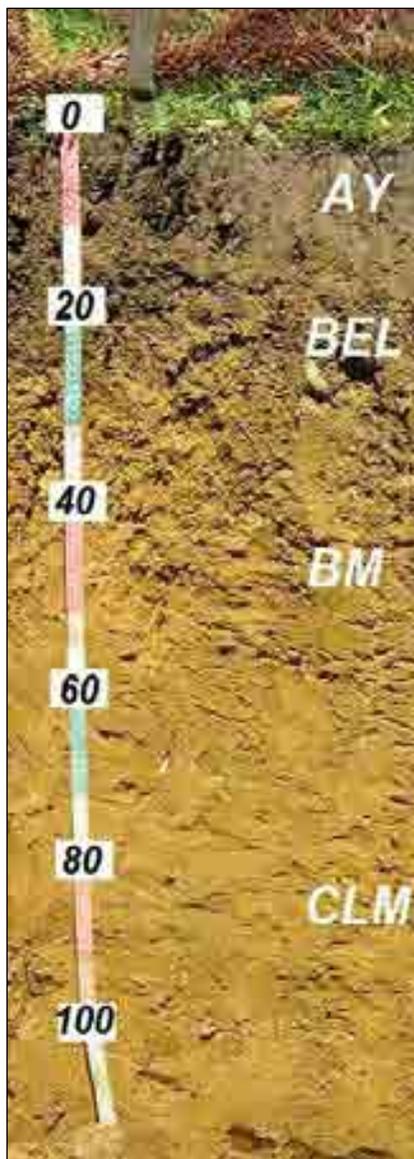
13. Солонец темногумусовый



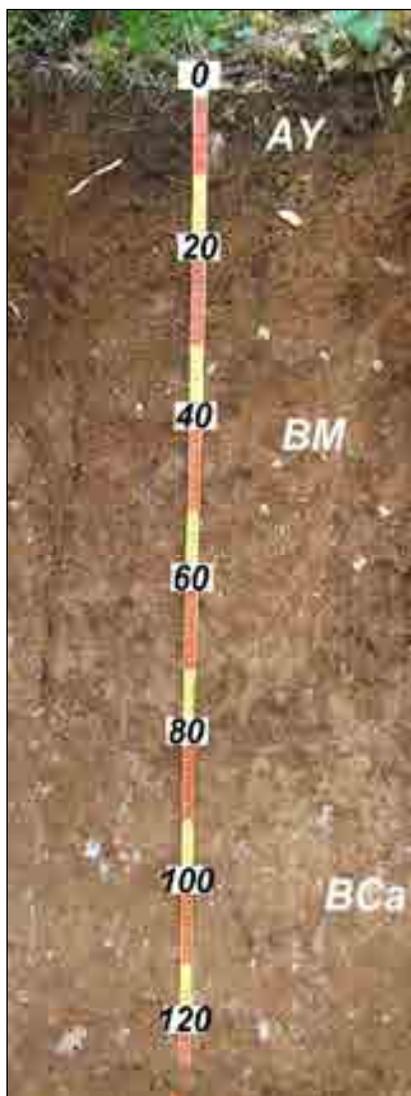
14. Дерново-солондь



15. Краснозём



16. Желтозём



17. Коричневая почва



18. Серозём





19. Почвенная карта России

Учебное издание

Составители:

*Еремченко Ольга Зиновьевна
Кайгородов Роман Владимирович
Шестаков Игорь Евгеньевич
Чудинова Лариса Алексеевна*

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Учебное пособие

Редактор *Л.П. Сидорова*
Корректор *Л.П. Северова*
Компьютерная верстка *Р.В. Кайгородова*

Подписано в печать 31.11.2014. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 5,58. Тираж 250 экз. Заказ

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета.
614990, г. Пермь, ул. А.И. Букирева, 15