

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского
Кафедра земледелия и растениеводства

Рябина О.В.

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОГРАФИИ ПОЧВ:
СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Иркутск 2020

Печатается по решению научно-методического совета
Иркутского ГАУ имени А.А. Ежевского

УДК 631.4

Рябина О.В. Почвоведение с основами географии почв (Состав и свойства почв): учебное пособие. – Иркутск: Иркутский ГАУ имени А.А. Ежевского, 2020. – 123 с.

Рецензенты: к.б.н. доцент кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ, Лопатовская О.Г.

Зав. кафедрой Ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры, д.б.н., профессор Худоногова Е.Г.

Учебное пособие по почвоведению с основами географии почв предназначено для студентов Иркутского ГАУ имени А.А. Ежевского очной, заочной, дистанционной формы обучения направления подготовки Агрономия.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОГРАФИИ ПОЧВ

При изучении курса «Почвоведение с основами географии почв» студенты очной, заочной, дистанционной формы обучения направления подготовки Агрономия руководствуются учебниками по почвоведению, интернет ресурсами и настоящим учебным пособием.

Студенты очной формы обучения посещают лекционные и лабораторно-практические занятия, сдают экзамен.

Студенты заочной и дистанционной формы обучения после самостоятельной проработки всего теоретического материала выполняют контрольную работу и выкладывают её в ЭИОС.

Рекомендуемая литература

1. Ганжара Н.Ф. Почвоведение.- М.: Агроконсалт, 2001.-392с.
2. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: Учебник для вузов. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 384 с.
3. Земледелие с почвоведением /А.М. Лыков, А.А. Коротков, Г.И. Баздырев, А.Ф. Сафонов. - М.: Колос, 2000.-448с.
4. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М., Почвоведение с основами геологии. – М.: Колос, 2000.-416с.
5. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М., Почвоведение с основами геологии. – М.: Колос, 2008.-439с.
6. Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатов Н.Н. Общее почвоведение. – М.: Колос, 2006. – 456 с.
7. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Попов, Н.Н. Розов и др.; Под. ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989.-719с.
8. Почвоведение. Учебн. для ун-тов. В 2ч. / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г.Розанова.Ч.1. Почва и почвообразование / Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др. – М.: Высш. шк., 1988.-400с.
9. Почвоведение. Учеб. Для ун-тов. Ч.2. Типы почв, их география и использование /Богатырев Л.Г, Васильевская В.Д., Владыческий А.С. и др. – М.: Высш. шк., 1988.-368с.
10. Хабаров А.В., Яскин А.А., Хабаров В.А. Почвоведение. – М.: Колос, 2007. – 311 с.
15. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние,1988. – 175 с.
16. Кузнецова А.И. Агрохимическая характеристика почв. Предбайкалье (Иркутская область). - М.: Наука,1969. – С. 209 – 266.
17. Рябинина О.В., Гавва Л.И. Методические указания по изучению темы выветривание горных пород и минералов. – Иркутск: ИрГСХА, 2006. – 9 с.
18. Рябинина О.В. Методические указания по изучению темы рекультивация почвы. – Иркутск: ИрГСХА, 2003. – 7 с.

19. Практикум по почвоведению: учебное пособие / Сост. Л.И. Гавва, О.В. Рябина. – Иркутск: ИрГСХА, 2010. – 126 с.

*** При изучении дисциплины могут быть использованы любые учебники по почвоведению, предназначенные для студентов высших учебных заведений, интернет ресурсы.

2. ПОЧВА - ЖИВАЯ ОБОЛОЧКА ПЛАНЕТЫ

Жизнь на Земле сосредоточена в биосфере – области распространения жизни. Биосфера простирается на сотни, а в некоторых местах на тысячи метров в глубь земной коры, океана и на десятки километров высоту, но основная масса живых организмов, обитающих на суше, сосредоточена в самом тонком слое на поверхности Земли – в почве. Тончайший слой суши толщиной от нескольких мм до полутора, двух, иногда более метров, обеспечивает жизнь на нашей планете. Уберите с поверхности земного шара почвенный покров – и жизнь угаснет. К счастью, это сделать невозможно, так как до тех пор, пока на Земле есть жизнь, на ней будет почва. Выходя на дневную поверхность, растения не просто росли, размножались и отмирали, они удобряли бесплодные пески и глину. Растения непрерывно изменялись и сами, приспосабливались к условиям суши. Так верхний рыхлый слой каменной оболочки земли земного шара – литосферы – пополнялся органическим веществом. С течением времени растения и почвы приспособились друг к другу. Растения потребляли из почвы воду и растворённые в ней питательные вещества: минеральные соединения и часть органических соединений, которые образовались в почве при разложении растительных остатков, микроорганизмов, животных.

Вода, воздух также участвуют в жизненных процессах, но они пассивны, они только используют и возвращаются в круговорот в том же самом виде. Со всем другое дело почва – она не остаётся неизменной, в каждый цикл она входит обновлённой. В почве «замыкается» любая пищевая цепь, и здесь она перестаёт быть цепью, имеющей начало и конец. Почва образует своего рода кольцо, замкнутый круговорот, по которому, подгоняемые лучистой энергией солнца, курсируют захваченные жизнью химические элементы.

Василий Васильевич Докучаев дал первое научное определение почвы: «Почвой следует называть «дневные», или наружные, горизонты горных пород (всё равно каких), естественно изменённые совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мёртвых». Из этого определения следует признание почв за самостоятельные природные тела, имеющие отличное от других тел природы происхождение, и заслуживающих детального изучения. Изучением образования, строения, состава, свойств, закономерностей географического распространения почвы как природного тела и как средства производства занимается наука о почве – почвоведение.

3. ИСТОРИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ В РОССИИ

Почва всегда была необходимым условием существования сменяющихся человеческих поколений. Человек, занимающийся земледелием, был связан с землёй тысячами неуловимых нитей - он, в своих трудовых процессах, подмечал её свойства, особенности, закономерные явления, связанные с ней. Знания о почве возникли из потребностей земледелия. Основным занятием восточных славян с древнейших времён было земледелие. О ведущей роли земледелия в Киевской Руси свидетельствуют находки на древних городищах большого количества земледельческих орудий. Железные наральники (наконечники), предназначенные для обработки почвы, были найдены в бассейне среднего Днепра на нескольких городищах VII-VIII вв.

В XI в. в Киевской Руси уже был распространён плуг и возделывались многочисленные культурные растения среди которых были рожь, пшеница, ячмень, овёс, просо, гречиха, горох, чечевица, конопля, лён, свёкла, капуста, лук, чеснок, мак.

Земледелие с древнейших времён было распространено и в более северных районах Руси. Следовательно, ещё в VII-VIII вв. на Руси было развито пашенное земледелие и культура разнообразных сельскохозяйственных растений.

Одновременно с накоплением народных знаний о почвах в земледелии возникла необходимость качественного учёта земель для потребностей государства. Эти потребности были обусловлены задачами обороны и нуждами налогового обложения. В конце XV в. в числе других органов центрального управления – «приказов» был организован «Поместный приказ», писцы которого вели учёт и описание поместий – «Писцовые книги». Эти книги содержали описание в пределах определённой административной единицы – сёл, деревень и землевладений, в которых был указан размер общей земельной площади, площади пашни, сенокосов, качества земли, доходов от земледелия и промыслов натурой и деньгами. Писцовый наказ в дальнейшем уточнялся.

Возникновение в России почвоведения как науки связано с именем великого русского учёного Михаила Васильевича Ломоносова (1711-1765 гг.), который согласно высказыванию в 1901 г. Владимира Ивановича Вернадского (1863-1945 гг.), «...является не только первым русским почвоведом, но и первым почвоведом вообще». Научная деятельность М.В. Ломоносова протекала в середине XVIII вв., в период господства феодально-крепостнического строя абсолютной монархии. М.В. Ломоносов был великим учёным-энциклопедистом. Он заложил основы науки физической химии и в то же время проводил серьёзные исследования в различных областях физики, химии, астрономии, метеорологии, географии, минералогии, геологии, горного дела и химической технологии, включая металлургию. Одновременно он был поэтом, художником, историком и филологом. А.С. Пушкин сказал об учёном следующее: «Жажда науки была сильнейшей страстью сей души, исполненной страстей. Историк, ритор, механик, химик, минералог, художник и стихотворец». Свои взгляды в области почвоведения М.В. Ломоносов изложил в трактате «О слоях земных», пред-

ставлявшем второе приложение к труду «Первые основания металлургии или рудных дел». Этот трактат был написан в 1757-1759 гг. и опубликован в 1763 г. М.В. Ломоносов отверг господствовавшие в то время в науке представления о происхождении песка и глины и признал рыхлые поверхностные горные породы, на которых образуются почвы, продуктом выветривания массивных пород. Особенно большое внимание учёный уделял вопросу происхождения перегноя, наиболее существенной составной части почвы, определяющей её плодородие. Ему были известны многие почвы – почвы тундр, болотные почвы, почвы хвойных и лиственных лесов, чернозёмы, пески пустынь, солончаки. М.В. Ломоносов впервые высказал правильный взгляд на образование торфяных болот, он был знаком с эрозией почв. В 1754 г. М.В. Ломоносов закончил составление проекта об организации Московского университета. 26 апреля (7 мая) 1755 г. состоялось официальное открытие Московского университета.

Преподавание почвоведения в Московском университете в составе курса «Сельскохозяйственное домоводство» началось в 1770 г. Читал этот курс Матвей Иванович Афонин (1739-1810 гг.) в течение 7 лет. Именно М.И. Афонин предлагал организовывать почвенные музеи, однако это предложение не удалось осуществить ни М.И. Афонину, ни В.В. Докучаеву. Только в 1904 г. уже после смерти В.В. Докучаева в Петербурге был открыт почвенный музей его имени.

Во второй половине XVIII вв. повысился интерес помещиков к вопросам теории сельского хозяйства, к агрономической науке. Одним из проявлений этого интереса было учреждение в 1765 г. Вольного экономического общества. В состав Вольного экономического общества вступило большое количество дворян, к обществу были очень близки крупнейшие агрономические деятели – А.Т. Болотов и И.М. Комов. В 1796 г.

Андрей Тимофеевич Болотов (1738-1833 гг.) поселился в своём имении в деревне Дворянинове Алексинского уезда Тульской губернии (в настоящее время там находится дом-музей), где более 35 лет занимался сельскохозяйственными наблюдениями и опытами. По мнению А.Т. Болотова – плохих почв нет. Всякая почва может дать хороший урожай, если её правильно обработать и подобрать для посева соответствующую культуру, а если почва бедна питательными веществами от природы или сильно истощена, то её можно исправить удобрениями и залужением трав. По мнению А.Т. Болотова определение качества почв является трудным делом, так как почва очень разнообразна. Учёный рекомендовал два способа для определения качества почвы: по внешним признакам и по опытам, наблюдениям над растениями. Большое внимание А.Т. Болотов уделял вопросам обработки почвы. Он основал и редактировал два сельскохозяйственных журнала: «Сельский житель» (1778-1779гг.) и «Экономический магазин» (1786-1790 гг.).

Другим крупным учёным агрономом XVIII вв. был Иван Михайлович Комов (1750-1792 гг.). Его книга «о земледелии», вышедшая в свет в 1788 г. представляла собой энциклопедию земледелия и растениеводства. Исходя из своих взглядов на питание растений, И.М. Комов особое значение в повы-

шении плодородия почвы придавал навозу, указывая, что «без обилия навоза больших успехов иметь в земледелии не можно». Вместе с тем, он не отрицал пользы от внесения в почву минеральных веществ – песка, глины, мела, извести и др.

В первой половине XIX в. особенно большая роль в развитии почвоведения в России принадлежала Московскому университету, в котором была открыта кафедра минералогии и сельского домоводства. В период с 1820 по 1821 и с 1828 по 1839 гг. её руководителем был выдающийся русский агроном Михаил Григорьевич Павлов (1792-1840 гг.). Он, как и М.В. Ломоносов, развивал взгляды на почвообразование, как на биологический процесс, ведущий к непрерывному повышению плодородия почвы.

В середине XIX в., с 1844 по 1846 г., кафедрой сельского хозяйства Московского университета руководил другой выдающийся русский агроном - профессор Ярослав Альбертович Линовский (1818-1846 гг.).

Во второй половине XIX в. ведущее место в развитии русского почвоведения занял Петербургский университет, в котором работали Д.И. Менделеев, А.В. Советов, В.В. Докучаев, П.А. Костычев.

Полевые опыты великого русского учёного Дмитрия Ивановича Менделеева (1834-1907 гг.), профессора Петербургского университета, привели его к близкому знакомству с почвами. Д.И. Менделеев всегда проявлял большой интерес к работам В.В. Докучаева по изучению русских почв и оказывал ему поддержку. Он был официальным оппонентом при защите В.В. Докучаевым докторской диссертации «Русский чернозём».

Существенную помощь в создании генетического почвоведения В.В. Докучаеву оказал профессор Александр Васильевич Советов (1826-1901 гг.), который был выдающимся агрономом и руководителем кафедры сельского хозяйства Петербургского университета. А.В. Советов был инициатором поручения Вольным экономическим обществом исследований русского чернозёма В.В. Докучаеву. Вместе с В.В. Докучаевым он организовал первый печатный орган русского почвоведения «Материалы по изучению русских почв», которые выходили ежегодно с 1885 по 1896 и с 1896 по 1901 гг.

Особая страница в истории изучения почв России и мира связана с именем выдающегося учёного Василия Васильевича Докучаева (1846-1903 гг.). В.В. Докучаев родился 1 марта 1846 г. в селе Милюкова Смоленской губернии в семье сельского священника. Окончив с отличием Вяземское духовное училище и Смоленскую духовную семинарию, В.В. Докучаев был направлен в Петербургскую духовную академию, но после двухнедельного пребывания в ней её оставил и поступил в Петербургский университет на физико-математический факультет. В тот период на физико-математическом факультете университета преподавали выдающиеся учёные. Неорганическую химию читал Д.И. Менделеев, органическую химию – А.М. Бутлеров, геологию – А.А. Иностранцев, ботанику – А.А. Бекетов, анатомию и физиологию растений – А.Ф. Фаминцын, агрономию – А.В. Советов.

В университете В.В. Докучаев специализировался по геологии, свою кандидатскую работу он написал на тему: «О наносных образованиях по реке Качне, Сычевского уезда, Смоленской губернии». В 1872 г. В.В. Докучаев становится хранителем геологического кабинета Петербургского университета и до 1877 г. занимается, в основном, исследованиями по геологии – изучением четвертичных отложений и речных долин в нечерноземной полосе Европейской России. Результаты своих исследований учёный изложил в работе «Способы образования речных долин Европейской России», которую он с успехом защитил в 1878 г. в Петербургском университете и получил степень магистра минералогии и геологии. В этот же период он принял участие в работе по изданию почвенной карты Европейской России. В 1874 г. делает доклад в петербургском обществе естествоиспытателей «О подзоле Смоленской губернии», в 1875 г. публикует работу «К вопросу об осушении болот вообще и в частности об осушении Полесья». В 1877 г. в «Трудах Вольного экономического общества» публикует работы «Овраги и их значение», «Итоги о русском чернозёме». Изучением чернозёмов В.В. Докучаев занимался с 1877 года по 1881 год. Материалы, выводы и обобщения, о проделанной работе, были изложены В.В. Докучаевым в своей монографии «Русский чернозём», опубликованной в 1883 г. в этом же году В.В. Докучаев защитил эту работу в Петербургском университете и получил учёную степень доктора геологии. Его официальными оппонентами при защите были профессора Д.И. Менделеев и А.А. Иностранцев. Против некоторых положений о роли климата в образовании чернозёмов выступил П.А. Костычев. После защиты диссертации В.В. Докучаев стал профессором - заведующим кафедрой минералогии Петербургского университета, а мир получил новую науку – почвоведение. Таким образом, днём рождения почвоведения, как науки, многие исследователи считают 7 декабря 1883 г., когда в Санкт-Петербургском университете В.В. Докучаев защитил свою докторскую диссертацию. В 1888 г. По инициативе В.В. Докучаева при Вольном экономическом обществе была учреждена Почвенная комиссия.

Летом 1891 г. почти вся чернозёмная полоса России пострадала от сильнейшей засухи, в результате которой был полный неурожай. Зимой 1891-1892 гг. голод охватил свыше 20 губерний с населением около 35 млн. человек. Недостаток питания в поражённой неурожаем зоне усугубился эпидемическим кризисом – тифом и холерой. Смертность составила около 400 тыс. человек. В.В. Докучаев вместе с другими лучшими представителями русской интеллигенции включился в работу по оказанию помощи голодающим – он занялся вопросом о причинах засухи и способах борьбы с ней. Свои выводы по этому вопросу он изложил в работе «Наши степи прежде и теперь». В.В. Докучаев предложил свой план мероприятий в чернозёмной степи в целях создания в ней условий развития устойчивого, не страдающего от засухи сельского хозяйства. В числе таких мероприятий им были указаны обводнение и орошение степи, борьба с эрозией почв, полезащитное лесоразведение, правильная обработка почв и посев сортов культурных растений, приспособленных к местным почвенным и климатическим условиям.

В 1892 г. В.В. Докучаев был назначен управляющим (и.о. директора) Ново-Александровского института, расположенного в г. Харькове. В нём он организовал первую в России кафедру почвоведения, руководителем которой стал профессор Н.М. Сибирцев.

Созданная В.В. Докучаевым новая наука – генетическое почвоведение – требовала и новых методов исследования. Такие методы были разработаны учёным. В основу изучения почв В.В. Докучаев положил описание почвенных разрезов в специально вырытых шурфах с последующим взятием образцов для проведения камеральных и лабораторных исследований. В.В. Докучаев предложил схему описания почв по трём горизонтам А, В, С. При полевом исследовании определялись тип, подтип, разновидность почв, которые затем уточнялись и исправлялись в камеральный период работ на основании лабораторных исследований.

В.В. Докучаевым были заложены научные основы картографии и географии почв.

По инициативе и под руководством В.В. Докучаева были оставлены и опубликованы первые научно обоснованные почвенные карты отдельных уездов Европейской России.

Докучаев установил закон вертикальной зональности почв и вместе с Н.М. Сибирцевым разработал учение о горизонтальной зональности почв.

Таким образом, В.В. Докучаев построил новое учение о почве на основе огромного фактического материала собранного и обобщенного им лично и его многочисленными учениками. Он создал замечательную научную школу, из которой вышли такие крупные почвоведы как профессор Н.М. Сибирцев, академик К.Д. Глинка, профессор С.А. Захаров, академик Г.Н. Высоцкий, профессор Г.И. Танфильев, академик В. И. Вернадский и многие другие.

Одновременно с В.В. Докучаевым вопросы почвоведения разрабатывал другой выдающийся русский учёный Павел Андреевич Костычев (1845-1895 гг.). П.А. Костычев работал в Петербургском земледельческом институте - сначала он преподавал растениеводство, затем земледелие, был доцентом по почвоведению. Одновременно П.А. Костычев читал приват-доцентский курс почвоведения в Петербургском университете. П.А. Костычев был очень разносторонним учёным. Он был одновременно выдающимся химиком, ботаником, микробиологом и одним из основоположников современного почвоведения. Им опубликовано свыше 100 научных работ. Научная деятельность П.А. Костычева развернулась в период, когда В.В. Докучаевым были заложены основы генетического почвоведения. Но В.В. Докучаевым не был подробно разработан вопрос о взаимодействии между почвой и населяющим её миром организмов, растений и животных. Этот пробел был восполнен П.А. Костычевым. Поэтому самый близкий к В.В. Докучаеву ученик Н.М. Сибирцев справедливо назвал П.А. Костычева «вторым сооснователем русского почвоведения».

Николай Михайлович Сибирцев (1860-1900 гг.) после окончания в 1882 году Петербургского университета стал сотрудником Нижегородской экспедиции В.В. Докучаева и принял самое активное участие в почвенных, геологиче-

ских, а в дальнейшем, и в агрономических исследованиях, проводимых в Нижегородской губернии. (Нижегородская губерния - до 1991 г. Горьковская область. В настоящее время входит в состав Приволжского федерального округа с административным центром в г. Нижний Новгород). В 1885 году после окончания исследований Н.М. Сибирцев принял на себя руководство открытым в Нижнем Новгороде по инициативе В.В. Докучаева первым естественноисторическим музеем. В 1894 г. по предложению В.В. Докучаева он занял вновь открытую в Ново-Александрийском институте сельского хозяйства и лесоводства первую в России кафедру почвоведения. В 1895 г. учёный руководил земельно-оценочными работами в Псковской области. Н.М. Сибирцевым было опубликовано 89 работ, в том числе первый учебник докучаевского генетического почвоведения и первая почвенная карта Европейской России, составленная им совместно с Г.И. Танфильевым и А.Р. Ферхминым по инициативе, плану и методике В.В. Докучаева (1901). Н.М. Сибирцев, прежде всего, значительно уточнил определение почвы, данное В.В. Докучаевым. Определение почвы, данное учёным, представляло значительный шаг вперёд в понимании природы почвообразовательного процесса. Большой заслугой Н.М. Сибирцева является разработка им на основе принципов В.В. Докучаева учения о горизонтальной зональности почв. Принцип зональности положен Н.М. Сибирцевым в основу классификации почв, в которой почвы разделены на зональные, интразональные. Классификация почв, разработанная Н.М. Сибирцевым является географической и как таковая сохранила своё значение до настоящего времени.

Почти одновременно с В.В. Докучаевым и П.А. Костычевым изучением русского чернозёма занимался Александр Алексеевич Измаильский (1851-1914 гг.). Работы А.А. Измаильского имели большое значение для правильного понимания вопроса о причинах возникновения засухи и способах борьбы с нею. Этими работами было положено начало исследованию водно-физических свойств почвы.

В советский период развития почвоведения значительный вклад в развитие науки внесли многие выдающиеся учёные.

Глинка Константин Дмитриевич (1867-1927 гг.) – его основная теоретическая работа посвящена процессам выветривания и подтверждению установленной В.В. Докучаевым зональности этих процессов.

Неуструев Сергей Семёнович (1864-1928 гг.). В 1925 г. С.С. Неуструев предложил классификацию почв, в которой разделил типы почв на автоморфные и гидроморфные.

Филатов Михаил Михайлович (1877-1942 гг.). Он проводил почвенно-географические исследования в Восточной Сибири. Он является одним из основоположников советского грунтоведения – новой науки, возникшей из применения почвоведения к дорожному строительству и развившейся в самостоятельную дисциплину.

Захаров Сергей Александрович (1878-1949 гг.) – детально разработал и обосновал морфологию почв, изучал динамику почвенных химических и физи-

ческих процессов, значительное внимание уделял производственным вопросам сельскохозяйственного использования почв и повышению их плодородия.

Прасолов Леонид Иванович (1875-1954 гг.) – блестяще развил советскую картографию почв. На основании своих почвенно-картографических работ Л.И. Прасолов подсчитал земельный фонд СССР, мира, включающий данные о площади почвенных типов и их земледельческом использовании. Его работы имели большое производственное значение для планирования сельскохозяйственных мероприятий.

Танфильев Гавриил Иванович (1857-1928 гг.) – он был одним из трёх (Сибирцев, Ферхмин и Танфильев) составителей почвенной карты Европейской России по методу и под непосредственным руководством В.В. Докучаева. Танфильев Г.И. получил широкую известность своими ботанико-географическими исследованиями тундр Европейской части СССР, болот и торфяников, южной границы лесов («Пределы лесов на юге России», 1894 г.), происхождения степей и причин их безлесья, почв и растительности Барабенской и Кулундинской степи, расположенных в Западной Сибири.

Высоцкий Георгий Николаевич (1865-1940 гг.) – он оставил яркий след в почвоведении, геоботанике, климатологии, гидрологии и гидрогеологии, мелиорации, лесоводстве и особенно в степном лесоразведении.

Вернадский Владимир Иванович (1863-1945 гг.) – очень большое значение придавал исследованию газовой фазы почвы, положил начало изучения геохимического значения почвы как особой оболочки земли. В.И. Вернадский является создателем науки биогеохимии, под его руководством была организована первая биогеохимическая лаборатория. В настоящее время она носит название Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН. Во всём мире известно его философское наследие – учение о ноосфере.

Полынов Борис Борисович (1877-1952 гг.) – главными работами учёного являются двухтомная монография «Пески Донской области, их почвы и ландшафты» (1926-1927 гг.), краткий курс почвоведения «Почвы и их образование» (1923 г.) и монография «Кора выветривания» (1934 г.).

Лебедев Александр Фёдорович (1882-1936 гг.) – его основные работы посвящены двум проблемам: 1) изучению хемосинтеза у автотрофных и гетеротрофных микроорганизмов и 2) исследованию форм и движения воды в почвах и грунтах. Им была проделана большая экспериментальная работа, на основании которой предложена классификация форм воды в почве, установлены понятия о почвенной влаге и максимальной влагоёмкости почв. Работы А.Ф. Лебедева о формах и передвижении воды в почвах и грунтах имеют большое значение для почвоведения. Учёный исследовал физические свойства основных почвенных типов СССР, а также изучал почвенно-агрономические вопросы, связанные с обработкой почвы.

Для советского периода истории почвоведения характерно успешное развитие химии и физической химии почв. Основная заслуга в разработке этого сложнейшего и важного раздела почвоведения принадлежит К.К. Гедройцу.

Гедройц Константин Каэтанович (1872-1932 гг.) – уточнил определение понятия «поглотительная способность почвы» (ПСП) и показал существование нескольких её видов: механическая, физическая, химическая, физико-химическая или обменная и биологическая ПСП. Одновременно К.К. Гедройц приложил теорию о ПСП к решению агрономических проблем питания сельскохозяйственных растений, мелиорации почв, в частности, известкования подзолистых почв и гипсования солонцов. Учёный всегда связывал вопросы теории почвоведения с практикой земледелия.

Прянишников Дмитрий Николаевич (1865-1948 гг.) – вел исследования по проблеме питания растений азотом и фосфором, занимался проблемой кислотности и известкования подзолистых почв и другими вопросами, связанными с удобрениями и питанием растений. Д.Н. Прянишников организовал географическую сеть опытов с удобрениями в разных почвенных зонах СССР. Его работы были положены в основу государственных планов развития химизации земледелия.

Вильямс Василий Робертович (1863-1939 гг.) – создал биологическое направление почвоведения, дающее теоретические основы управлением плодородия почвы для получения увеличивающихся урожаев сельскохозяйственных растений. В.Р. Вильямс опубликовал большое число работ, важнейшими из которых являются «Почвоведение» в двух томах и «Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения».

В заключение краткого рассмотрения вопроса, посвященного истории развития почвоведения в нашей стране, необходимо отметить, что созданное в России генетическое почвоведение, в основе которого лежала правильная и глубоко научно обоснованная теория, получило признание в XX в. во всём мире. Почвоведение как естественноисторическая наука, была создана в нашей стране виднейшими учёными - В.В. Докучаевым, П.А. Костычевым, Н.М. Сибирцевым и многими другими.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Назовите основные вехи в истории изучения почв России.
2. Перечислите выдающихся учёных–естествоиспытателей первой и второй половины XVIII вв.
3. В чем заключается вклад М.В. Ломоносова в изучение природы России?
4. Перечислите выдающихся учёных–естествоиспытателей XIX в.
5. Значение В.В. Докучаева в истории почвоведения и агрономии.
6. Когда и где «родилась» наука почвоведение?
7. Вклад П.А. Костычева, Н.М. Сибирцева в становление и развитие русского почвоведения?
8. Вклад А.А. Измаильского, К.Д. Глинки, С.С. Неуструева, М.М. Филатова, С.А. Захарова, Г.И. Танфильева в становление и развитие русского и советского почвоведения?

9. Вклад в развитие советского почвоведения Л.И. Прасолова, Г.Н. Высоцкого, В.И. Вернадского, Б.Б. Полынова, А.Ф. Лебедева, К.К. Гедройца, Д.Н. Прянишникова и В.Р. Вильямса?

4. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Земная кора сложена различными группами горных пород, которые отличаются друг от друга условиями образования и составом. Горные породы представляют собой минеральные агрегаты, то есть состоят из определённого сочетания минералов.

В составе земной коры наибольшее распространение получили 8 химических элементов, составляющих в сумме 98%:

%	%
O – 46,5	Ca – 5,79
Si – 25,7	Mg – 3,23
Al – 7,65	Na – 1,81
Fe – 6,24	K – 1,34

Ещё 2% приходится на все другие минералы:

%	%
Ti – 0,52	Mn – 0,12
C – 0,46	S – 0,11
H – 0,16	все остальные около 0,37%:

4.1. Основы минералогии

Минералы – это природные тела, обладающие определённым химическим составом, возникающие в результате разнообразных физико-химических процессов, происходящих в земной коре и на её поверхности. В настоящее время известно около 4000 минералов и ежегодно открываются десятки новых. Большинство природных минералов являются кристаллическими твёрдыми телами (кварц, кальцит, изумруд и др.). Очень небольшое число минералов встречается в природе в жидком (вода, нефть, ртуть) и газообразном (углекислота, сероводород) состоянии. Каждый минерал имеет определённые морфологические (внешние) признаки и физические свойства, которые зависят от условий образования, его химического состава и кристаллографического строения.

К физическим свойствам минералов относятся: цвет минерала и цвет черты, прозрачность, блеск, твёрдость, спайность, излом, удельный вес, а для отдельных минералов – магнитность, побежалость, вкус, растворимость в воде, вскипание от кислоты, горючесть, запах.

Цвет минерала – очень различен. Он зависит от химического состава и структуры кристаллов, от механических и химических примесей. Для опреде-

ления цвета надо иметь свежую поверхность излома, не изменённую процессами выветривания. По цвету минералы делятся на 6 групп:

1. Белый, сероватый или бесцветный.
2. Жёлтый, бурый, коричневый, розовый, красный.
3. Зелёный.
4. Голубой, синий, фиолетовый.
5. Тёмно-серый, чёрный.
6. Окраска пёстрая, многоцветная.

Цвет черты минерала (цвет порошка). Многие минералы в куске имеют один цвет, а в порошке другой. О последнем судят по черте минерала на поверхности *неглазурованной фарфоровой пластинки*. Например, пирит в куске имеет латунно-жёлтый цвет, а в порошке – чёрный с зеленоватым оттенком. Если под рукой нет фарфоровой пластинки, можно минерал поскоблить ножом, получить тонкий порошок, который следует размазать на белой бумаге.

Следует учитывать, что минералы, у которых твёрдость выше, чем у фарфоровой пластинки, черты не дают, они царапают пластинку.

Побежалость – характерна лишь для некоторых минералов. Проявляется она в виде тонкой пёстро окрашенной (радужной, синей, фиолетовой и др.) плёнки на поверхности минерала. Цвет побежалости всегда отличается от цвета минерала. Особенно ясно побежалость наблюдается у халькопирита (медного колчедана), пирита (серного колчедана). Цвет минерала при наличии побежалости необходимо определять на свежем изломе.

Прозрачность минералов – это способность вещества пропускать (поглощать) свет. Для определения прозрачности минерал подносят к свету. По степени прозрачности различают минералы:

1. Прозрачные (горный хрусталь, галит, слюды, алмаз). Через прозрачные минералы можно легко различить напечатанный текст.
2. Полупрозрачные (халцедон, опал). Через полупрозрачные минералы виден только свет.
3. Просвечивающие (полевой шпат). У просвечивающих минералов прозрачны лишь тонкие края.
4. Непрозрачные (магнетит, пирит). Минералы непрозрачные свет совершенно не пропускают.

Блеск минерала. Блеском называется способность поверхности минерала в различной степени отражать свет. Все минералы по блеску делят на 2 группы – минералы с металлическим и неметаллическим блеском:

Минералы с металлическим блеском. Поверхность этих минералов в отражённом свете напоминает блеск свежеработанной поверхности металла. Обычно такой блеск наблюдается у минералов, являющихся рудами металлов (золото, серебро, пирит, магнетит и др.). К этой же группе относятся минералы, обладающие *металлоподобным* или *полуметаллическим блеском*, блеск близок по своему характеру к предыдущему, но менее яркий (роговая обманка, графит).

Минералы с неметаллическим блеском. В этой группе различают следующие виды блеска: алмазный, стеклянный, шелковистый, перламутровый, жирный, матовый.

- Алмазный - яркий, искрящийся блеск (алмаз, сфалерит, галенит).
- Стеклянный - напоминает блеск поверхности стекла (горный хрусталь).
- Шелковистый - подобен блеску шёлковых нитей; характерен для минералов, состоящих из вытянутых в одном направлении кристаллов (асбест, гипс-селенит).
- Перламутровый - меняет интенсивность блеска на отдельных участках поверхности при изменении угла между источником освещения и поверхностью минерала (талък).
- Жирный - поверхность минерала кажется как бы смазанной тонкой плёнкой жира или парафина (сера, излом кварца).

В природе существуют минералы, поверхность которых не блестит. Такие минералы обладают матовым блеском.

Твёрдость минерала. Под твёрдостью минерала понимают степень сопротивления минерала царапанию. Твёрдость для одного и того же минерала довольно постоянна и поэтому является важным диагностическим признаком. Твёрдость в абсолютных единицах определяется редко, так как для этого нужны специальные приборы. Для практических целей определяют относительную твёрдость минерала в условных единицах по шкале Мооса, которую 1811 году предложил немецкий учёный Фридрих Моос. В ней минералы расположены в порядке увеличения твёрдости:

мягкие – 1 талък; 2 гипс;
средние - 3 кальцит, 4 флюорит. 5 апатит;
твёрдые - 6 ортоклаз, 7 кварц;
очень твёрдые – 8 топаз, 9 корунд, 10 алмаз.

Порядковый номер минерала по шкале Мооса не означает во сколько раз один минерал твёрже другого. Если шкалы Мооса нет, то приблизительно определить твёрдость минерала можно следующим образом:

1. Мягкие (твёрдость - 1-2) - ноготь оставляет царапину на минерале.
2. Средние (твёрдость - 3-4) - ноготь не оставляет царапину на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле.
3. Твёрдые (твёрдость - 5-7) - минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапины на горном хрустале.

Минералы, имеющие твёрдость 6 и более оставляют царапины на ноже.

4. Очень твёрдые (твёрдость выше 7) - минералы оставляют царапины на горном хрустале.

Спайность минерала. Спайностью называют способность минералов раскалываться по определённым кристаллографическим направлениям с образованием зеркальных поверхностей – плоскостей спайности. Различают следующие

виды спайности: весьма совершенная, совершенная, средняя, несовершенная и спайность отсутствует.

1. **Весьма совершенная спайность** - минерал легко расщепляется пальцами на отдельные пластинки. Плоскости спайности – ровные, зеркально-блестящие (слюда).

2. **Совершенная спайность** - минерал в определённом направлении раскалывается с образованием ровных блестящих плоскостей. Совершенную спайность различают: в двух направлениях (ортоклаз), в трёх направлениях (кальцит), в четырёх направлениях (флюорит), в шести направлениях (сфалерит).

3. **Средняя спайность** - минерал при раскалывании образует куски, ограниченные как плоскостями спайности, так и неровными поверхностями, причём соотношение между их количеством является случайным, незакономерным (авгит, роговая обманка).

4. **Несовершенная спайность** - минерал при ударе раскалывается на обломки, значительная часть которых ограничена неправильными поверхностями излома (апатит, халькопирит, гематит).

Излом. Поверхность минерала, возникшая при его расколе. Минералы, обладающие спайностью дают ровный излом (кальцит, слюда). У минералов, не обладающих спайностью, выделяют следующие виды излома:

1. раковистый -излом похож на внутреннюю поверхность раковины (обсидиан);
2. неровный - неровная поверхность без блестящих спайных участков (апатит);
3. занозистый - присущ минералам волокнистого сложения (асбест);
4. крючковатый - поверхность излома покрыта мелкими крючками (кремень);
5. зернистый - на поверхности излома хорошо видны отдельные кристаллы, из которых состоит минерал (гипс);
6. землистый - минералы имеют землистый излом (каолинит).

Есть и другие виды изломов, но приведённые выше являются наиболее распространёнными.

Плотность (удельный вес) минералов определяется как отношение массы минерала к его объёму. Плотность минералов колеблется от 0,9 улёда до 23 у минералов группы осмистого иридия. Плотность выражается в г/см³. Точное определение удельного веса определяют в лабораторных условиях (пикнометрический метод, определение в тяжёлых жидкостях).

Большая часть нерудных минералов имеет вес 2-4; удельный вес рудных минералов выше 5,5 г/см³. Высокий удельный вес многих рудных минералов позволяет отделить их путём промывания. Текущая вода уносит зёрна более лёгких минералов (кварца, слюд, карбонатов и др.), и на дне остаётся тяжёлый концентрат – *иллих*, в котором скапливаются минералы с высокой плотностью: самородное золото, металлы платиновой группы, алмазы и др.

По удельному весу все минералы делят на 4 группы:

1. лёгкие - удельный вес до 2,5 г/см³ (сера, гипс, галит и др.);
2. средние - удельный вес 2,5-4,0 г/см³ (кальцит, доломит, слюда);
3. тяжёлые - удельный вес 4,0-6,0 г/см³ (гематит, магнетит, барит);

4. очень тяжёлые - удельный вес более 6,0 г/см³.

Магнитность - свойство минерала притягиваться магнитом или отклонять магнитную стрелку компаса. Этим свойством обладают некоторые минералы, содержащие железо, например, магнетит. Магнитность легко обнаруживается по магнитной стрелке компаса.

Растворимость минералов в кислоте. Многие минералы из группы карбонатов при взаимодействии с 10% раствором соляной кислоты (HCl) вскипают и растворяются полностью или частично. Растворимость в кислотах является важным диагностическим признаком карбонатов и карбонатных пород (известняк, мел, лёсс) Вскипание от кислоты происходит в результате реакции разложения, которая сопровождается выделением углекислого газа:



Выделение CO₂ сопровождается «шипением» и вскипанием. При этом некоторые минералы разлагаются холодной кислотой в куске (кальцит), другие нужно размельчить в порошок (доломит), третьи реагируют только с горячим раствором соляной кислоты (магнезит). Для определения вскипания необходимо из капельницы несколько капель кислоты нанести на поверхность минерала. Некоторые минералы из группы сульфидов при растворении в соляной кислоте выделяют сероводород H₂S, который легко узнаётся по характерному для него запаху тухлых яиц.

Растворимость минералов в воде. Большинство минералов из группы галлоидов (преимущественно хлориды) хорошо растворяются в воде (галит, сильвин, карналлит).

Минералы, с высоким содержанием железа (Fe), вызывают жёлтую окраску раствора. Минералы, содержащие медь (Cu), окрашивают раствор в синий или зеленовато-синий цвет. С кобальтовыми минералами (Co) раствор приобретает розовый цвет.

Прочие свойства: горючесть, запах, вкус.

Запах. Некоторые минералы имеют или «издают» запах. Иногда запах начинает ощущаться при выбивании искр. Например, при трении друг о друга желваков фосфоритов появляется запах жжёной кости. Сера и янтарь при нагревании легко загораются и испускают характерные запахи. Запах сернистого газа характерен для пирита, запах чеснока - для минералов, содержащих мышьяк (As).

Вкус. Растворимые в воде минералы имеют вкус. Минерал галит обладает солёным вкусом, сильвин - горько-солёным, карналлит - жгучим, горько-солёным вкусом, квасцы - на вкус кислые.

Горючесть. К горючим минералам относятся: самородная сера, янтарь, природный газ, нефть.

Классификация минералов

В настоящее время известно около 4000 природных минералов, не считая разновидностей, но только немногие из них (около 50) имеют значение в образовании горных пород, слагающих земную кору. Они называют породообразующими. Остальные минералы в горных породах встречаются в виде незначительных примесей.

Современная классификация минералов основана на их химическом составе и кристаллической структуре. Главнейшие породообразующие и рудные минералы объединяются в несколько классов: кислородные соединения (силикаты, карбонаты, фосфаты, нитраты, сульфаты, оксиды и гидрооксиды) и не кислородные соединения (самородные элементы, сульфиды, галоидные соединения).

Самородные элементы. Существуют в природе в свободном виде, т.е. в виде простых веществ. В настоящее время известно 90 минералов, составляющих около 0,1% массы земной коры. Они делятся на *самородные* (платина - Pt, золото - Au, серебро - Ag) и *металлоиды* (сера - S, графит, алмаз - C).

Сульфиды - соединения с серой. Известно около 200 минералов, составляющих 0,15-0,25% массы земной коры (пирит - FeS₂, халькопирит - CuFeS₂, галенит - PbS, сфалерит - ZnS, киноварь - HgS, аурипигмент - As₂S₃).

Галоиды - соли хлористо-, фтористо-, бромисто- и йодистоводородных кислот. На сегодняшний день известно около 120 минералов (галит - NaCl, сильвин - KCl, карналлит - KCl·MgCl₂·6H₂O, флюорит - CaF₂).

Оксиды и гидрооксиды - соединения с кислородом. Это один из распространённых классов минералов, составляющих около 17% массы земной коры (опал* - SiO₂·nH₂O, кварц* - SiO₂, халцедон* - SiO₂, корунт - Al₂O₃, боксит - Al₂O₃·nH₂O, гематит - Fe₂O₃, лимонит - Fe₂O₃·3H₂O, магнетит - Fe₃O₄, пиролюзит - MnO₂ и др.). Кварц, опал, халцедон в учебнике Толстого М.П. (Геология с основами минералогии. – М.: Агропромиздат, 1991. – 398 с.) рассматриваются в классе силикатов (С. 93-96); в учебнике Толстого М.П., Малыгина В.А. (Геология и гидрология. – М.: Недра, 1988. – 317 с. (С. 22) - названные минералы отнесены к классу оксидов и гидрооксидов.

Силикаты - кремнекислородные соединения. Это наиболее распространённый класс, в который входит до 50 минералов, составляющих более 50% массы земной коры. К классу силикатов относятся: кварц - SiO₂, халцедон - SiO₂, оливин - (Mg,Fe) SiO₄, роговая обманка - Ca₂Na (Mg,Fe,Al₃) (SiAl₄)O₁₁, тальк - Mg₃ (Si₄O₁₀) (OH)₂, мусковит - KAl₂ (AlSi₃O₁₀) (OH,F)₂, биотит - K (Mg,Fe)₃ (AlSi₃O₁₀) (OH,F)₂, флогопит - KMg₃ (OH,F)₂ (AlSi₃O₁₀), каолинит - Al₄ (OH)₈ (Si₄O₁₀), монтмориллонит - Al₂O₃·4SiO₂·nH₂O, ортоклаз - K (AlSi₃O₈), Альбит - Na (AlSi₃O₈).

Карбонаты - соли угольной кислоты. Известно около 80 минералов, составляющих 1,7% массы земной коры (кальцит - CaCO₃, арагонит - CaCO₃, магнезит - MgCO₃, доломит - CaCO₃, MgCO₃, сидерит - FeCO₃ и др.).

Сульфаты - соли серной кислоты. Они составляют около 0,1% массы земной коры и насчитывают 120 представителей (гипс - CaSO₄·2H₂O, ангидрит - CaSO₄, барит - BaSO₄).

Фосфаты - соли фосфорной кислоты. Вместе с солями мышьяковой (арсенаты) и ванадиевой (ванадаты) кислот составляют 0,7-1,0% массы земной коры и насчитывают 200 минералов. С агрономической точки зрения наиболее важными являются следующие: апатит - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$, фосфорит - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{SiO}_2, \text{CaCO}_3, \text{Fe}, \text{Al})$, вивианит - $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Нитраты - соли азотной кислоты. Представители - натриевая или чилийская селитра - NaNO_3 , калиевая или индийская селитра - KNO_3 .

4.2. Основы петрографии

Петрография - это наука о горных породах (от греч. *πέτρος* - камень).

Горные породы по происхождению подразделяются на три группы: магматические, метаморфические и осадочные. Особое внимание нужно уделить осадочным породам, так как на них формируются почвы. Осадочные породы образовались в результате переотложения продуктов выветривания магматических пород.

Магматические горные породы образовались при застывании магмы в недрах или на поверхности Земли (из лавы).

В зависимости от процентного содержания в исходном магматическом расплаве SiO_2 магматические горные породы подразделяются на следующие группы: кислые (граниты, липариты, кварцевый порфир) > 65% SiO_2 ; средние (диориты, сиениты, трахиты) - 65-55% SiO_2 ; основные (габбро, диабазы, базальты) - 55-45% SiO_2 ; ультраосновные (дунит, пироксен) - < 45% (табл. 4.2.1.).

Таблица 4.2.1.

Главные магматические горные породы

Типы пород	Группы пород по содержанию SiO_2			
	Кислые	Средние	Основные	Ультраосновные
Плутонические (интрузивные)	Граниты	Дiorиты	Габбро	Перидотиты
Вулканические (эффузивные)	Риолиты	Андезиты	Базальты	Пикриты

Магматические горные породы подразделяются на интрузивные и эффузивные (табл. 4.2.2.).

Таблица 4.2.2.

Магматические горные породы	
Интрузивные (глубинные)	Эффузивные
Для этих пород характерна плотная, массивная текстура и полнокристаллическая структура (гранит, сиенит).	Для этих горных пород характерна скрытокристаллическая или стекловатая структура (пемза, обсидиан).

Осадочные горные породы образуются в условиях поверхностных температур и давления из продуктов выветривания и разрушения пород любого состава, образовавшихся на поверхности или в недрах Земли или на дне океанов и морей, и поднятых впоследствии, в результате тектонических движений на дневную поверхность.

Осадочные горные породы по своему генезису и составу подразделяются на следующие типы: обломочные, хемогенные, органогенные.

Обломочные горные породы представляют собой обломки различной величины (глыбы, валуны, галечник, пески, лёссы, алевролиты и др.).

Хемогенные горные породы представлены химическими осадками, образовавшимися на дне морей и океанов или в прибрежной зоне – на мелководье (каменная соль, сильвинит, карналлит, известняк, гипс и др.).

Органогенные осадочные горные породы образовались из растительных и животных организмов (известняк-ракушечник, каменный уголь, торф и др.).

Метаморфические горные породы образовались в процессе метаморфизма (преобразования, превращения под действием высокой температуры и давления) из всех типов пород. Основными представителями метаморфических горных пород являются гнейсы, сланцы, кварцит и мрамор.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Какие химические элементы получили наибольшее распространение в составе земной коры.
2. Какое природное тело называется минералом?
3. Назовите физические свойства минералов.
3. Какой принцип положен в основу классификации минералов?
4. Какие физические свойства минералов используются при диагностике?
5. Перечислите породообразующие минералы.
6. Классификация горных пород по условиям их образования.

5. ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ ПОРОДЫ

Горные породы, из которых образуются почвы, называются почвообразующими. Современное почвообразование происходит, преимущественно, в рыхлых четвертичных отложениях – продуктах разрушения горных пород, образовавшихся в результате экзогенных процессов. Четвертичные отложения представлены различными генетическими типами: элювием, делювием, коллювием, пролювием, аллювием, флювиогляциальными отложениями, лёссами и лёссовидными породами, торфом и сапропелью, вулканогенными, хемогенными, органогенными породами, антропогенными и техногенными отложениями.

Элювий – продукты выветривания горных пород, накапливающийся на месте их образования. Характерные признаки элювия: залегание на месте образования, смесь механических угловатых частиц мелкозёма и обломков породы; обломки не окатанные и имеют сходство с коренной породой.

Верхние слои элювия часто обогащаются крупным каменным материалом. Верхние слои элювия, в процессе физического выветривания, выветриваются значительно дольше и сильнее, чем лежащие ниже. С глубиной продукты выветривания становятся все более грубыми.

Коллювий - скопление обломочного материала на склонах и у подножья возвышенностей за счёт перемещения под влиянием силы тяжести. Коллювий образуется в результате склоновых процессов: обвалов, оползней, осыпей, солифлюкции (течения рыхлых, сильно переувлажнённых масс грунта вниз по склону). Коллювий представлен плохо окатанными обломками различной величины. Мощность коллювиального шлейфа непостоянна и в зависимости от продолжительности накопления рыхлого материала бывает различной (в древних долинах до 20-30 м). В коллювии обломочный материал обычно хорошо перемешан и признаки слоистости отсутствуют.

Делювий - наносы, образующиеся на нижних частях пологих склонов в результате смыва продуктов выветривания атмосферными осадками и талыми снеговыми водами с верхних частей склонов. Делювиальные отложения неоднородны: в вершинной части шлейфа наблюдается более грубый материал – песчаный или мелко щебнистый, а в нижних частях преобладает супесчаный (10-20% глины; 90-80% песка), суглинистый (20-60% глины; 80-40% песка) и глинистый материал (>85-40% глины). Делювиальные отложения, как почвообразующие породы, имеют широкое распространение в равнинных степных районах умеренного и субтропического поясов.

Проллювий - отложения, образованные в результате деятельности временных водных потоков в горной местности. Проллювиальные отложения имеют форму конусов выноса обломочного материала из горных ущелий. В вершине конуса выноса накапливается грубообломочный материал: слабо окатанная галька, гравий. Щебень. По мере удаления от вершины конуса выноса появляется более мелкий обломочный материал: пески, супеси, суглинки, глинистые частицы, а в периферической части конуса выноса - лёссы.

Аллювий - осадочные отложения, образовавшиеся в результате геологической деятельности постоянных водотоков – рек, ручьёв. Выделяют русловой, пойменный и старичный аллювий.

Русловой аллювий формируется непосредственно в русле реки и состоит из промытых песками различной зернистости с кривой слоистостью, в основании которых залегают галечники.

Пойменный аллювий формируется при разливах полыми водами и представлен супесями, суглинками и глинистыми породами.

Старичный аллювий накапливается в отшнурованных от основного русла старицах, превращенных в озёра. Он состоит из тёмноокрашенных иловатых песков, супесей и суглинков, обогащённых органическим веществом.

Спецификой почвообразования почв в поймах рек является постоянный рост почвенного профиля снизу вверх.

Ледниковые отложения распространены в областях с холодным и умеренным климатом. Они представлены моренами, флювиогляциальными отложениями, озёрно-ледниковыми отложениями.

Морена - обломочный материал, перенесённый ледником. Моренные отложения являются почвообразующими породами для тундровых глеевых почв, подзолистых и дерново-подзолистых почв. Различают 3 типа морен: основную, абляционную и конечную: Основная морена образуется из материала, заключённого между телом ледника и его ложем. Она представлена суглинками, супесями, глиной с гравием и валунами. Абляционная образуется из обломочного материала, оседающего из верхней толщи ледника при таянии. Она характеризуется грубым составом, т.к. тонкие частицы были вынесены талыми ледниковыми водами. Конечная морена представляет скопление обломочного материала у края ледника. Она характеризуется наличием валунов и несортированностью слагающих её отложений.

Флювиогляциальные (водно-ледниковые) отложения - образованы талыми ледниковыми водами. Они представлены рыхлыми галечно-песчаными, песчаными породами, супесями и суглинками. Флювиогляциальные отложения менее сортированы и окатаны по сравнению с аллювиальными отложениями, и могут иметь косую слоистость.

Озёрно-ледниковые отложения - накапливаются в приледниковых озёрах и по своему составу чаще всего представлены тонкослоистыми (ленточными) отложениями с чередованием песчаных и глинистых слоёв. Такое чередование связано с колебаниями климатических условий по сезонам.

Озёрные отложения - образуются на дне озёр. Их накопление связано с колебаниями движения воды в озёрах. Различают отложения:

- обломочные (галька, гравий, песок, суглинки, глины);
- органогенные (сапропелевые илы, карбонатные и кремнистые);
- хемогенные (каменная соль, доломиты, оолитовые известняки и др.).

Эоловые отложения - по своему происхождению являются продуктами перевевания ветром тонкозернистых и илистых отложений рек, морей, озёр, элювиальных образований. (В греческой мифологии - Эол – властелин ветров, сын Посейдона и Меланиппы). Среди эоловых отложений выделяют: глинистые (лёссовидные суглинки), пылеватые (лёссы), песчаные. Песчаные эоловые отложения чаще всего образуются в непосредственной близости от областей дефляции и корразии, т.е. у подножия обнажённых гор и в нижних частях речных долин, в дельтах, и на морских побережьях.

Глинистые и пылеватые эоловые отложения могут осаждаться на значительном удалении от области развевания. Значительно реже встречаются карбонатные, солевые и гипсовые эоловые отложения.

Современные эоловые отложения являются в основном рыхлыми породами, так как цементация и их уплотнение происходит медленнее, чем у водных осадков.

Скорость накопления эоловых отложений разная. Бывают случаи, когда за один день накапливается слой в несколько сантиметров, а иногда всего несколько сантиметров в год.

Массы обломочного материала, переносимые ветром начинают сортироваться еще в процессе переноса. Так, более крупные и тяжёлые песчаные частицы выпадают раньше, чем более тонкие и лёгкие глинистые частицы. Именно поэтому отдельно накапливаются песчаные, лёссовые, глинистые и другие эоловые осадки. Среди эоловых отложений на суше наибольшую площадь занимают песчаные. Эоловые пески тонкозернистые, они отличаются хорошей сортированностью, окатанностью и полированностью зёрен. Рядом с ними часто могут накапливаться пылеватые частицы, при уплотнении которых образуется лёсс.

Лёссы - это известковые суглинки светло-жёлтого, желтовато-бурого, желтовато-серого, палевого цвета. Порода неслоистая, пористая (многочисленные поры имеют форму полых трубочек), более чем на 90% состоящая из пылеватых зёрен кварца и других силикатов, глинозёма. Порода карбонатная – около 6% в ней составляет углекислый кальций, который часто образует в лёссе стяжения, конкреции неправильной формы. Лёсс отличается однородным гранулометрическим составом (преобладающий размер частиц 0,01-0,05 мм до 55%). Частицы крупнее 0,25 мм в лёссах практически не обнаруживаются. Размер слагающих лёсс зёрен, соответствует пылеватой и глинистой фракциям, в меньшей мере – песчаной.

Наибольшее количество лёссов образовалось в четвертичном периоде на территории, протянувшейся от Украины до Южного Китая. Мощность древних лёссовых толщ в Китае достигает 100 м.

Породы, напоминающие лёсс, но не имеющие всех его признаков, называются *лёссовидными*. Лёсс и лёссовидные породы широко распространены в республиках Средней Азии, Закавказья, на Украине и в Закавказье. Эоловые отложения могут быть практически в любой части суши, в любой ландшафтной зоне, но крупные скопления этого материала образуются в зонах аридного климата, который благоприятен для развития всех видов эолового процесса.

На лёссах и лёссовидных суглинках формируются серые лесные почвы, чернозёмы и каштановые почвы.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Какие горные породы называются почвообразующими?
2. Как образуется элювий, его особенности?
3. Как образуется коллювий, его особенности?
4. Как образуется пролювий, его особенности?
5. Как образуется аллювий, его особенности?
6. Как образуется морена, её особенности?
7. Как образуются флювиогляциальные отложения, их особенности?
8. Особенности озёрно-ледниковых отложений.
9. Особенности озёрных отложений.

10. Особенности эоловых отложений.
11. Свойства лёсса?
12. Какие породы называют лёссовидными?
13. Области распространения лёсса и лёссовидных суглинков?
14. Какие почвы формируются на лёссах и лёссовидных суглинках?
15. Какие почвообразующие породы распространены в Иркутской области?

6. ВЫВЕТРИВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И МИНЕРАЛОВ

Выветриванием называется процесс разрушения и изменения горных пород и минералов на земной поверхности и вблизи от неё под влиянием солнечной радиации, механического и химического воздействия воды, воздуха и живых организмов.

Горизонты горных пород, где протекают процессы выветривания, называют **корой выветривания**. В ней различают 2 зоны: зону поверхностного, или современного, выветривания и зону глубинного, или векового, выветривания.

Мощность коры современного выветривания, в которой может протекать почвообразовательный процесс, колеблется от нескольких сантиметров до 2-10 м. Как только горная порода появляется на дневной поверхности, она тут же начинает подвергаться воздействию солнца, атмосферной воды, газов-СО₂, О₂ и других внешних геологических агентов. Все перечисленные факторы действуют на горную породу совместно и одновременно, так что действие одного из них невозможно отделить от остальных. Тем не менее, по характеру преобладающего фактора различают 3 формы выветривания: физическое, химическое, биологическое. Все типы выветривания обычно проявляются совместно, дополняя друг друга, но их характер и интенсивность определяются окружающей обстановкой, тесно связанной с климатической зональностью. В одних случаях превалируют температура и давление, в других жизнедеятельность организмов, в третьих кислотность, нейтральность или щёлочность среды, в которую попадает горная порода и т.д.

Под **физическим выветриванием** понимают процесс механического разрушения горных пород на обломки большей или меньшей величины, без изменения их химического состава.

Главным фактором физического выветривания являются температурные условия земной поверхности: сильное нагревание (тепловое выветривание) или, наоборот, сильное охлаждение (морозное выветривание). Поэтому термическое выветривание горных пород имеет широкое распространение в районах континентального климата, т.е. там, где наблюдается большая амплитуда колебания температур: в пустынях, в полярных областях, а также на южных крутых склонах, в местах распространения темноокрашенных пород и т.д. Например, в жарких пустынях днем поверхность скал нагревается до 60-70⁰ С и выше, а ночью охлаждается почти до 0⁰ С.

Резкие колебания температур днем и ночью, а также в течение года приводят к механическому дроблению, разрушению горных пород. Непосредственной же причиной механического разрушения пород является разное ли-

нейное и объемное расширение отдельных пород и входящих в их состав минералов. Так, например, кварц длиной 10 см, при нагревании на 1°C удлиняется на $1.4 \cdot 10^{-4}$ см, а ортоклаз только на $0.8 \cdot 10^{-4}$ см, т.е. коэффициент расширения кварца больше, чем коэффициент ортоклаза. Эти два минерала находятся в граните и, следовательно, при нагревании днем и охлаждении ночью они будут неизбежно отодвигаться друг от друга. В результате под влиянием нагревания и охлаждения горных пород происходит образование трещин. В трещины проникает вода и физическое выветривание ускоряется. Еще сильнее разрушающая сила льда. Известно, что при замерзании вода увеличивается на 1/10 своего объема и развивает давление на стенки трещин горных пород до 890 кг/см^2 и больше.

Следует отметить, что существует разница в механическом выветривании горных пород в условиях холодного и жаркого климата. Как в морозных условиях, так и в условиях жарких пустынь происходит механическое дробление горных пород, но в морозном климате главную роль играет не колебание температуры, а замерзающая вода. Различные породы разрушаются с разной скоростью. Так, Великие пирамиды в Гизе, недалеко от Каира (Египет), сложенные из глыб желтоватых песчаников, ежегодно теряют 0,2 мм своего наружного слоя, что приводит к образованию осыпей. Скорость выветривания известняка составляет 2-3 см в год. Гранит разрушается намного медленнее. На блоках, высеченных из этого камня в Асуане (Египет), за 5400 лет образовался рыхлый слой толщиной всего 5-10 мм.

Современная хозяйственная деятельность человека также усиливает процессы физического выветривания. Например, при освоении сельскохозяйственных земель снимают дерн на миллионах гектаров, для различных хозяйственных нужд вырубает леса, кустарники, осушают болота, прокладывают дороги, туннели, роют гигантские карьеры. Все это нарушает природное равновесие, и физическое выветривание начинает идти быстрее.

Вообще, чем мельче и однороднее обломки горных пород, тем они устойчивее по отношению к физическому выветриванию, которое по мере измельчения материала замедляется и, наконец, практически прекращается. Начинаясь на поверхности пород, оно постепенно проникает вглубь и тем больше, чем быстрее удаляются рыхлые продукты выветривания с невыветренных участков. С крутых склонов возвышенностей обломочный материал смывается и сползает по мере образования. Физическое выветривание происходит почти непрерывно, и коренные породы разрушаются при благоприятных условиях очень быстро. Наоборот, в районах с плоским рельефом накапливается мощный слой продуктов выветривания, который защищает коренные породы от разрушения, пределом распространения которого в основном является пояс постоянных температур (глубина 20-30 м).

Значение физического выветривания: 1. В результате физического выветривания горная порода приобретает новое качество – она уже способна пропускать воздух и воду и задерживать некоторое ее количество. 2. Физическое выветривание, раздробляя и разрыхляя горные породы, значительно увеличивает

общую поверхность, что создает благоприятные условия для проявления химического выветривания.

Под **химическим выветриванием** понимают процесс химического изменения и разрушения минералов и горных пород с образованием новых соединений и минералов.

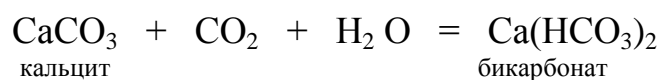
Как и физическое выветривание, химическое выветривание начинается с поверхности горных пород, непосредственно соприкасающейся с атмосферой, и с течением времени может изменить породу на значительную глубину

Химическое выветривание обусловлено химическим взаимодействием горных пород с окружающей средой. Поэтому чем больше поверхность соприкосновения пород с окружающей средой (вода, воздух), т.е. чем пористее и трещиноватее порода или чем больше она измельчена, тем интенсивнее она химически выветривается.

Важнейшими факторами этого процесса являются вода, углекислый газ, кислород. Вода является энергичным растворителем горных пород и минералов. Разложение минералов водой усиливается с повышением температуры и насыщением ее углекислым газом. CO_2 придает воде кислую реакцию, что увеличивает разрушающее действие на минералы. Повышение температуры воды на каждые 10°C ускоряет скорость химических реакций в 2 – 2,5 раза.

Химическое выветривание минералов и горных пород в природе имеет весьма широкое распространение. Оно складывается из следующих более простых химических процессов: растворения, гидролиза, гидратации, окисления.

Растворение. Процессы растворения горных пород водой, и особенно водой, содержащей в растворе различные соединения, играют большую роль при выветривании некоторых осадочных пород, например, известняков и гипсоносных пород.



Гидролизом называется обменное разложение вещества под влиянием гидролитической диссоциации воды, сопровождающееся разрушением и воссозданием кристаллических решёток минералов. Гидролиз обычно сопутствует растворению. Первичные массивно-кристаллические горные породы (магматические и метаморфические), в результате воздействия воды и углекислоты, превращаются в более простые, но весьма устойчивые в данных условиях соединения, которые уже будут вторичными минералами и породами. Гидролиз является основной формой химического выветривания минералов магматических пород. Гидролизу широко подвергаются силикаты и алюмосиликаты, например полевые шпаты, переходящие в каолинит с промежуточной стадией их преобразования в слюду. Так как алюмосиликаты составляют более половины объёма земной коры, гидролиз является одной из наиболее характерных и важных реакций химического выветривания.



Здесь в качестве устойчивых продуктов возникают кремнезем (SiO_2) и каолин ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}$). Получающиеся в процессе гидролиза карбонаты, как легко растворимые соединения, уносятся и отлагаются на морском дне в виде известковых отложений, кремнезем отчасти уносится, а основная часть отлагается на месте и служит материалом для образования кремния, халцедона и других кварцевых минералов и пород. Каолинит - белая глина, и другие глинистые минералы остаются на месте или переносятся водой в другие места и образуют мощные осадочные глинистые и суглинистые породы, которые служат материнскими породами для большинства почв мира.

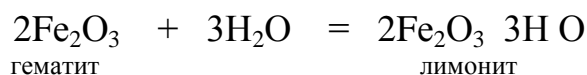
В результате обобщения огромного материала по вопросам выветривания Б.Б. Польшов разделил наиболее распространённые элементы горных пород по степени их растворимости и подвижности (миграционной способности) на пять порядков (табл. 6.1.).

Таблица 6.1.

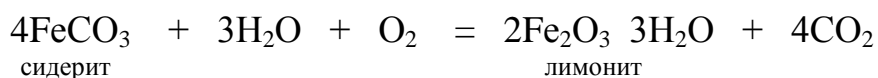
Миграционные ряды элементов и их состав

Миграционные ряды	Состав
Энергично выносимые	CL, (Br, J), S
Легко выносимые	Ca, Na, Mg, K
Подвижные	SiO_2 (в составе силикатов), P, Mn
Инертные (слабоподвижные)	Fe, Al, Ti
Практически неподвижные	SiO_2

Гидратация, т.е. химический процесс присоединения частиц воды к частицам минерала.



Окисление. Окислительные процессы, связанные с действием атмосферного кислорода (O_2), широко распространены при выветривании минералов, содержащих закисное железо, например:



Окисление активно идет, например, в железных рудах Курской магнитной аномалии, где минерал магнетит (Fe_3O_4) превращается в химически более устойчивую форму – гематит (Fe_2O_3), образующий богатые скопления руды с большим содержанием железа.

Наиболее благоприятен для химического выветривания жаркий и влажный тропический климат с высокой среднегодовой температурой, обильными осадками и чередованием дождливых и засушливых сезонов. В этих условиях химическое выветривание достигает конечных стадий. В умеренном климате химическое выветривание замедляется, а в холодном (при многолетней мерзлоте) практически не происходит. В условиях многолетней мерзлоты даже органическая ткань разлагается очень медленно (трупы животных, например, ма-

монтов, в мёрзлом грунте сохраняются почти без изменений в течение целых тысячелетий).

Значение химического выветривания: 1. В результате химического выветривания изменяется физическое состояние и разрушается кристаллическая решетка минералов. 2. Порода обогащается новыми (вторичными) минералами и приобретает связность, влагоемкость, поглотительную способность и другие свойства.

Биологическим выветриванием называют процесс механического разрушения и химического изменения минералов и горных пород под непосредственным воздействием поселившихся на них организмов, продуктов их жизнедеятельности и продуктов разложения органических остатков.

Биологическое выветривание является основной формой выветривания и, в частности, всегда происходит при почвообразовании. Главными факторами биологического выветривания являются живые организмы.

В настоящее время на поверхности земли нет таких участков, где не протекало бы биологическое выветривание. Это выветривание является самым важным, и оно накладывает свой отпечаток на физическое и химическое выветривание горных пород.

Разложение горных пород производят, прежде всего, микроорганизмы, особенно бактерии – хемосинтетики, в частности нитрифицирующие бактерии, образующие в процессе жизнедеятельности сильную минеральную (азотную) кислоту. (Хемосинтетики (хемотрофы) – микроорганизмы, синтезирующие органические вещества из неорганических с помощью энергии, освобождающейся при окислении химических соединений, имеющих в воде, почве и подпочве, главным образом аммиака (NH_3), сероводорода (H_2S) и др. Нитрифицирующие бактерии участвуют в биохимическом процессе окисления аммиака до азотной кислоты). Микроорганизмы распространены повсюду. Они имеют самую высокую приспособляемость к окружающим условиям и заселяют такие пространства, которые абсолютно непригодны для существования других живых организмов. Например, на Памире, на высоте 4 км, на поверхности голых скал в 1 г породы найдено до 20-30 тыс. микробов. Микроорганизмы обнаружены даже в бесплодных, обезвоженных песках пустыни Сахары – до 100 тыс. микробов в 1 г., некоторые виды сульфатредуцирующих бактерий могут жить в теплых вулканических источниках с приличным содержанием серной кислоты (рН 1-2). Им для жизни нужна серная кислота.

Значительное разрушающее действие на горные породы производят лишайники. Это действие связано с выделением лишайниками, как углекислоты, так и специфических лишайниковых кислот. Лишайники разрушают породы не только химически, но отчасти и механически, вследствие проникновения гиф входящего в состав их гриба в тончайшие поры горной породы. При этом в органическом веществе под лишайниками накапливаются S, P и K, т.е. элементы пищи растений.

Разрушение пород усиливается еще больше после смены лишайников мхами, которые задерживают очень много влаги.

На смену низшей растительности приходят высшие зеленые растения, которые не только задерживают влагу и тем самым увеличивают продолжительность ее действия на горную породу, но и разрушают их чисто механически – расклинивая корнями трещины в горной породе. В то же время корни всех растений выделяют различные органические кислоты (щавелевую, яблочную, янтарную и др.), которые растворяющее действуют на минеральные соединения и усиливают процесс их разрушения.

Значительную роль в биологическом выветривании играют роющие и копающие животные (беспозвоночные и позвоночные). Они, как и растения, механически разрыхляют горные породы и своими выделениями способствуют их изменению.

Значение биологического выветривания: 1. С поселением организмов на горной породе ее выветривание значительно усиливается. 2. При биологическом выветривании организмы извлекают из породы необходимые для построения своего тела минеральные вещества и аккумулируют их в поверхностных горизонтах породы, создавая условия для формирования почв.

Продукты выветривания

Продукты выветривания горных пород, накапливающиеся на месте своего образования, называются элювиальными продуктами или элювием. Несмотря на их большое разнообразие, в строении имеются общие черты, обусловленные общими закономерностями развития и течения процессов выветривания. В связи с тем, что физическое выветривание может происходить только до пояса постоянной температуры и продукты выветривания предохраняют залегающие глубже коренные породы от разрушения. По этим причинам верхние слои элювия выветриваются дольше и сильнее, чем лежащие ниже. Поэтому верхние слои элювия измельчены значительно сильнее, чем лежащие глубже. С глубиной продукты выветривания становятся всё более и более грубыми. Самый нижний слой элювия обычно состоит из кусков породы. Глубже массивные породы разбиты лишь трещинами, количество которых уменьшается с глубиной.

Примерно таким же закономерностям подчинено и химическое выветривание. Просачиваясь вниз, вода теряет активность, так как лишается кислорода и углекислого газа. Она насыщается выщелоченными ею соединениями и может производить лишь гидратирующее действие. Поэтому глубокие слои элювия обычно изменены химически менее интенсивно, чем поверхностные. Однако в породах, химически устойчивых, вода проникает через элювий, сохраняя активность. И изменения, вызванные ею в верхних и нижних горизонтах, мало различаются.

Органическое выветривание интенсивно проявляется только лишь в поверхностных горизонтах земной коры.

Типы кор выветривания

Латеритная кора выветривания – образуется в некоторых районах тропиков при выветривании пород, богатых алюмосиликатными минералами.

(Алюмосиликаты - группа природных и синтетических силикатов, комплексные анионы которых содержат кремний и алюминий. Примеры комплексных анионов: $[\text{AlSiO}_4]^-$, $[\text{AlSi}_4\text{O}_{10}]^-$, $[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]^{2-}$. В качестве катионов выступают Na^+ , K^+ , Mg^{2+} . Природные алюмосиликаты являются наиболее распространёнными минералами. На их долю приходится до 50 % массы земной коры. К ним относятся полевые шпаты (альбит, ортоклаз, анортит), глинистые минералы и слюды и др.). Во многих тропических странах латериты используются как руда для получения железа и алюминия.

Каолиновая кора выветривания – чаще всего развивается на кислых кристаллических породах. Она характеризуется наличием трёх зон. На Среднем Урале, например, древняя каолиновая кора выветривания на гранитных массивах начинается зоной гранитной дресвы. (Дресва представляет собой рыхлые осадочные обломочные горные породы, образовавшиеся в результате механического разрушения самых разных горных пород, размером от 20 до 2 мм). Выше следует гидрослюдистая зона, сложенная глинистыми минералами. Верхняя – каолиновая зона, которая состоит из каолинита с примесью зёрен кварца, неразложившихся слюд и полевых шпатов. (Минерал каолинит был впервые найден в местности Каолин в Китае, отсюда его название. Это глинистый минерал из класса водных силикатов, имеет следующую химическую формулу: $\text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$). Общая мощность коры выветривания 50-80 м, из которых на каолиновую зону приходится 30-50 м. первичные каолины Урала постепенно переходят в неизменные граниты и сохраняют их структуру. Каолины могут иметь и вторичное происхождение в результате размыва и переотложения первичных каолинов. Каолины применяются для производства фосфорфаянсовых изделий, а также в бумажной, алюминиевой, резиновой, химической и других отраслях промышленности.

Нонтронитовая кора выветривания – образуется на богатых железом и магнием кристаллических породах. На Южном и Среднем Урале она развивается на массивах ультраосновных пород, её нижняя зона состоит из разложившихся серпентинитов, сохраняющих структуру невыветрелых пород и переходящих вниз в неизменные серпентиниты. (Химическая формула серпентинита: $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^*(\text{OH})_8$ или $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, химический состав: MgO - 43,0 %, SiO_2 - 44,1 %, H_2O - 12,9 %). Выше расположена нонтронитовая зона, сложенная воскообразной глинистой породой зелёного цвета и содержащая гидроокислы никеля иногда в промышленных концентрациях. (Нонтронит – название дано по месту находки в районе Нонтрон во Франции; состав $\text{Na}_{0,33}\text{Fe}_2^{3+}(\text{AlSi})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{12} \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Мощность нонтронитовой коры выветривания на Урале до 45 м.

Обломочная кора выветривания - состоит из химически неизменных или слабо измененных обломков исходной породы. Чаще всего она образуется в горных условиях. Кора выветривания в этом случае состоит в основном из продуктов физического выветривания, т.е. из обломков породы или входящих в её состав первичных минералов.

Гидроалюидная кора выветривания - характеризуется слабыми химическими изменениями коренной породы, но уже содержащая глинистые минералы.

Монтмориллонитовая кора выветривания - отличающаяся глубокими химическими изменениями первичных минералов; главный глинистый минерал в ней монтмориллонит. Химическая формула монтмориллонита: $(Ca,Na...) (Mg,Al,Fe)_2 [(Si,Al)_4O_{10}] (OH)_2 \cdot nH_2O$.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Понятие о выветривании, его формы.
2. Понятие о коре выветривания.
3. Понятие о физическом выветривании.
4. Сущность процесса физического выветривания.
5. От чего зависит скорость физического выветривания?
6. Значение физического выветривания.
7. Понятие о химическом выветривании.
8. Перечислите главные факторы химического выветривания.
9. Понятие о химических процессах – растворении, гидролизе, гидратации, окислении (химические реакции).
10. Значение химического выветривания.
11. Понятие о биологическом выветривании.
12. Роль микроорганизмов, водорослей, лишайников, мхов, высших растений, беспозвоночных и позвоночных животных в биологическом выветривании.
13. Значение биологического выветривания.
14. Какие породы и минералы являются более устойчивыми, а какие менее устойчивыми к процессам выветривания?
15. Типы кор выветривания, их особенности.

7. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ (МЕХАНИЧЕСКИЙ) СОСТАВ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД И ПОЧВ

Почвообразующие породы и почвы являются полидисперсными телами, так как они состоят из частиц различной величины, начиная от крупных обломков массивных пород и зёрен первичных минералов до мельчайших вторичных минералов, диаметр которых измеряется долями микронов. Термины «гранулометрический» и «механический» состав - синонимы. Под гранулометрическим (механическим) составом подразумевают соотношение в почве частиц различного размера.

Твёрдая часть почвы состоит из частиц различных размеров, которые называются механическими элементами. Таким образом, отдельные частицы породы и почвы называются механическими элементами. В настоящее время в нашей стране наиболее широко применяется классификация, предложенная профессором Н.А. Качинским (табл. 7.1.).

Таблица 7.1.

Классификация механических элементов почвы
по крупности (по Н.А. Качинскому)

Название механических элементов	Размер механических элементов, мм	Группы
Камни	> 3	Каменистая часть
Гравий	3 - 1	
Песок крупный	1 – 0,5	Физический песок
Песок средний	0,5 – 0, 25	
Песок мелкий	0,25 – 0,05	
Пыль крупная	0,05 – 0,01	
Пыль средняя	0,01 – 0,005	Физическая глина
Пыль мелкая	0,005 – 0,001	
Ил грубый	0,001 – 0,0005	
Ил тонкий	0,0005 – 0,0001	
Коллоиды	< 0,0001	

Классификация почв и пород по гранулометрическому составу основана на соотношении фракций физической глины (частицы <0,01 мм) и физического песка (частицы >0,01 мм). Различают почвы песчаного, супесчаного, суглинистого и глинистого гранулометрического состава. Такие производственно важные свойства почвы, как общая влагоемкость, запас продуктивной влаги, водопроницаемость, воздухоемкость, сопротивляемость обработке и многие другие определяются в значительной степени ее гранулометрическим составом.

По гранулометрическому составу выделяют следующие разновидности почв: песчаные, супесчаные, легкосуглинистые, среднесуглинистые, тяжело-суглинистые и глинистые с подразделением на легкую, среднюю и тяжелую глину.

Близкие по размерам механические элементы объединяются во фракции. Все фракции обычно состоят из четырёх групп. Каждая из групп частиц характеризуется определённым минералогическим составом, воздушными и водно-физическими свойствами.

Гравий и камни – представлены в основном обломками горных пород. Почвы содержащие большое количество этих частиц, обладают большой водопроницаемостью, незначительной влагоёмкостью, и у них совершенно отсутствует обменная поглотительная способность (ПСП).

Фракция песка - состоит из обломков первичных минералов, главным образом из кварца и полевых шпатов. Песок хорошо пропускает воздух и воду, но плохо её (воду) удерживает. Песчаные почвы при увлажнении не набухают, поэтому они не пластичны. Песчаные частицы не обладают ПСП.

Фракция пыли – состоит в основном из кварца и полевых шпатов, но кроме этого, в ней содержится заметное количество гидросалюд и глинистых минералов. Влагоёмкость и водоподъёмная способность у частиц данной

фракции выражена лучше, а водопроницаемость выражена хуже, чем у фракции песка. Кроме того мелкая пыль обладает ПСП. Она набухает при увлажнении и даёт усадку («садиться») при высыхании.

Илистые и коллоидные частицы – состоят в основном из вторичных минералов с некоторым количеством кварца, полевых шпатов и слюд. Неагрегированная масса их обладает плохой водопроницаемостью. Это связано с тем, что капиллярные промежутки между частицами очень маленькие, а при увлажнении они уменьшаются ещё сильнее, т.к. вокруг каждой частицы образуется плёнка воды. При очень близком расположении частиц, плёнки могут сомкнуться и закупорить капилляры.

Во влажном состоянии фракция ила сильно набухает, а при высыхании сжимается. В то же время коллоиды обладают хорошо выраженной ПСП, благодаря чему они удерживают элементы зольной пищи от вымывания атмосферными осадками и поливными водами. В них по сравнению с частицами более крупных фракций, содержится больше элементов зольного питания в доступной для растений форме. Однако это не означает, что крупные частицы служат в почве балластом. Явное преобладание в почве как крупных, так и мелких частиц неблагоприятно отражается на свойствах почв.

Существуют сухой и мокрый способы определения гранулометрического состава. В полевых условиях, как правило, используют «мокрый» метод. Для этого почва смачивается водой до пластичной массы. После этого из почвенной массы скатывают шнур ($d = 0,5$ см), а из него кольцо ($d = 5$ см).

Глинистые почвы в сухом состоянии с большим трудом растираются между пальцами, но в растертом состоянии ощущается однородный толстый порошок. Во влажном состоянии эти почвы сильно мажутся, хорошо скатываются в длинный шнур, из которого легко можно сделать кольцо.

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

Супесчаные почвы легко растираются между пальцами. В растертом состоянии явно преобладают песчаные частицы, заметные даже на глаз. Во влажном состоянии образуются только зачатки шнура.

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

Окончательное уточнение гранулометрического состава почвы происходит в камеральный период в ходе специального лабораторного анализа, и на его основании дается название почвы. Общее название почвы по гранулометрическому составу почвы дается по данным верхнего горизонта (0 – 25 см).

Гранулометрический состав пород определяет многие физические свойства: плотность, порозность, водопроницаемость, фильтрацию, влагоёмкость, удельную поверхность почв (суммарную поверхность всех частиц породы, поч-

вы на 1 г), следовательно влияет на гумусонакопление, питание растений, обменные реакции в почве. Глинистые почвы всегда более богаты зольными элементами питания растений по сравнению с суглинистыми и тем более песчаными почвами. Перегной лучше закрепляется в глинистых почвах, особенно при наличии в них карбонатов кальция. Глинистые и суглинистые почвы обладают значительной поглотительной способностью почв. Поглощённые такими почвами катионы, среди которых многие являются питательными веществами для растений, прочно удерживаются и предохраняются от вымывания. У песчаных почв поглотительная способность незначительная.

Гранулометрический состав является очень важным признаком при определении почвы. От него зависит водный, воздушный, тепловой режим почвы, отчасти зависит состав растительности. Например, на песчаных почвах чаще поселяется сосна, а на суглинистых – ель.

От гранулометрического состава зависят все физические свойства почвы, которые определяют условия роста и развития корневых систем растений. Глинистые почвы, если они бесструктурны, сильно уплотнены, маловодопроницаемы, обладают высокой влагоёмкостью и плохой водоотдачей, воздушные и тепловые свойства их неблагоприятны. Агрегирование механических элементов оказывает положительное влияние на их физические свойства: увеличивается пористость, улучшаются воздушные и тепловые свойства.

Песчаные и супесчаные почвы раздельночастичны, их механические элементы, соприкасаясь друг с другом, не вступают во взаимодействие, не образуют агрегатов; они рыхлые, водопроницаемые, но они не удерживают влагу в достаточных для растений количествах, быстро нагреваются, обладают хорошими воздушными свойствами.

Почвы разного гранулометрического состава существенно отличаются не только своими свойствами, обладают различным плодородием, но и требуют неодинаковой обработки. Так, физико-механические свойства, определяющие сопротивление почв при обработке, также тесно связаны с механическим составом. Бесструктурные глинистые и тяжелосуглинистые почвы оказывают очень большое сопротивление при их обработке. Чтобы вспахать такие почвы, нужны значительно большие тяговые усилия, чем при вспашке легкосуглинистых почв, тем более рыхлых песчаных. Поэтому в земледельческой практике глинистые и суглинистые почвы принято называть тяжёлыми, а супесчаные и песчаные – лёгкими.

Таким образом, в земледелии в зависимости от гранулометрического состава выделяют почвы тяжёлые, средние и лёгкие. Лучшими по гранулометрическому составу, для большинства растений, считаются легкосуглинистые и среднесуглинистые почвы.

Гранулометрический состав почвы, важно учитывать при оценке её производительной способности, пригодности для возделывания, выращивания определенных растений, при проектировании и практическом осуществлении работ по мелиорации земель, борьбе с эрозией и т.д. Знание гранулометрического состава почв и материнских пород позволяет агроному в известных пре-

делах предвидеть главные их свойства и решать некоторые вопросы обработки почв, подбора почвообрабатывающих орудий, сроков обработки почвы и внесения органических и минеральных удобрений и т.д.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Что называется гранулометрическим составом почвы?
2. Что лежит в основе классификации почв по гранулометрическому составу?
3. Дать различие в водных свойствах «легких» и «тяжелых» по гранулометрическому составу почв.
4. Дать различие в воздушных свойствах «легких» и «тяжелых» по гранулометрическому составу почв.
5. Дать различие в тепловых свойствах «легких» и «тяжелых» по гранулометрическому составу почв.
6. Какие почвы по гранулометрическому составу считаются лучшими в сельскохозяйственном отношении?
7. Значение гранулометрического состава для агрономической оценки почв?

8. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВЫ

Методика непосредственного изучения почв в поле основана почти целиком на изучении морфологических признаков почв. Всякая почва в своем развитии в результате непрерывно происходящих в ней сложных и многообразных процессов приобретает ряд внешних, или морфологических, признаков, по которым почва отличается от материнской породы, еще не затронутой почвообразовательным процессом.

Морфологические, или внешние, признаки почв формируются в процессе почвообразования, следовательно, они отражают происходящие в почве основные процессы. Это даёт возможность по внешним признакам определить почву и получить представление о её свойствах, имеющих агрономическое значение. Морфология почвы является внешним отражением сложного комплекса физических, физико-химических, химических и биологических процессов, совершающихся в почве за длительный период ее развития и формирования. Поэтому внимательное изучение свойств почвы в поле дает представление о характере указанных процессов.

Морфология почвы является внешним отражением сложного комплекса физических, физико-химических, химических и биологических процессов, совершающихся в почве за длительный период ее развития и формирования. Поэтому внимательное изучение свойств почвы в поле дает представление о характере указанных процессов.

Исследование почв в поле проводится главным образом при помощи почвенных разрезов. **Почвенный разрез** – это яма той или иной глубины, выкопанная специально для изучения почвы. Ширина и длина разреза зависит от его

глубины. Например, если глубина разреза 125 – 150 см, то ширина его должна быть 70 – 80 см, а длина – около 150 см.

Три стенки разреза делают вертикальными, а четвертую - со ступеньками; передняя, лицевая стенка разреза, предназначенная для описания, должна быть обращена к солнцу. При копке разреза почву необходимо выбрасывать только на боковые стороны и ни в коем случае не на лицевую стенку, т.к. это может привести к ее загрязнению, разрушению верхних горизонтов почвы и изменению их мощности.

По своему назначению разрезы разделяются на основные (полные), полуямы (контрольные разрезы) и прикопки (мелкие поверхностные разрезы).

Полные или **основные** разрезы закладывают до такой глубины, чтобы вскрыть горизонты неизменной материнской породы. Обычно эта глубина колеблется от 1.5 до 5 м в зависимости от мощности почв и целей исследования. В условиях Иркутского района полные разрезы закладывают на глубину 1.5 – 2 м. В тех случаях, когда близко к поверхности залегают грунтовые воды, основные разрезы могут быть глубиной до 1 м и даже меньше.

Выбор места для закладки полных разрезов производится особенно тщательно. Такие разрезы служат для специального детального изучения морфологических свойств почв и взятия образцов для физических и химических анализов. Почвенные образцы берут со всех генетических горизонтов, а также из материнской породы. На карте полный разрез обозначают крестиком (+).

Полуямы или **контрольные разрезы** выкапывают на меньшую глубину – от 75 до 125 см (до начала материнской породы). Они служат для изучения мощности гумусовых горизонтов, глубины вскипания от соляной кислоты и залегания солей, степени выщелоченности, оподзоленности, солонцеватости и других признаков, а так же для определения площади распространения почв, охарактеризованных полными разрезами.

Количество контрольных разрезов делается значительно больше, чем основных. Иногда в них так же берут образцы. Описание почвы в контрольных разрезах проводят более кратко, чем в основных. На карте они обозначаются кружочком- (°).

Если при описании полуямов обнаружались новые признаки, не отмеченные ранее, то на этом месте необходимо закладывать полный разрез.

Прикопки, или **мелкие поверхностные разрезы** служат для установления границ между почвенными разновидностями и для выделения контуров этих разновидностей. Прикопки делают на глубину от 30 до 75 см. Обычно они закладываются в местах предположительной смены одной почвы другой. Почву по прикопкам не описывают, а устанавливают только ее название. На карте прикопки обозначают точкой - (•).

Соотношение между основными разрезами, полуямами и прикопками составляет 1:4:5.

Описание почвенных разрезов, полуямов и прикопок заносят в дневник, в котором кроме этого должны быть записаны сведения о рельефе, растительно-

сти, грунтовых водах, результатах полевых исследований физических, химических и других свойств почвы.

Важнейшими морфологическими признаками, которые должны приниматься во внимание при полевом исследовании почв, являются следующие:

- строение почвенного профиля, его мощность,
- окраска (цвет) почвы,
- влажность почвы,
- гранулометрический состав почвы,
- структура почвы, сложение почвы,
- новообразования,
- включения.

Строение почвенного профиля. На освещенной солнцем лицевой стенке почвенного разреза можно легко выделить горизонтальные почвенные слои или горизонты. **Генетические почвенные горизонты** – это формирующиеся в процессе почвообразования однородные, обычно параллельные земной поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам, составу и свойствам. Генетическими они названы потому, что образуются в процессе генезиса почв.

Генетические горизонты сменяют друг друга в вертикальном направлении и отличаются друг от друга по цвету, сложению, гранулометрическому составу, структуре, влажности или другим заметным морфологическим свойствам.

Общий вид почвы со всеми почвенными горизонтами называется **строением почвы**.

Существует много систем выделения почвенных горизонтов и их буквенных обозначений. Однако в настоящее время наиболее распространенными в нашей стране является использование следующих символов **основных генетических горизонтов** почв, обозначаемых **заглавными латинскими буквами и арабскими цифрами**:

О1 – (Т1 по старой системе) торфяной (органогенный) не разложенный горизонт. Растительные остатки не разложены или слабо разложены и почти полностью сохраняют свою форму.

О2 - (Т2 по старой системе) торфяной (органогенный) средне разложенный горизонт. Растительные остатки частично сохранили свою форму в виде обрывков ткани.

О3 - (Т3 по старой системе) торфяной (органогенный) разложенный горизонт. Представляет сплошную органическую мажущую массу без видимых следов растительных остатков.

АО - (А₀ или О по старой системе) – лесная подстилка или степной войлок. Это верхние органоминеральные горизонты, содержа-

щие от 30 до 70% (по объему) органического вещества, находящегося на разной степени разложения, которое находится преимущественно в механической смеси с минеральной частью почвы и легко от нее отделяется.

- A1** – (A_1 или A по старой системе) – гумусово-аккумулятивные горизонты; верхние минеральные наиболее темно-окрашенные горизонты. Цвет этого горизонта варьирует от черного, бурого, коричневого до светло-серого, что обусловлено составом и количеством гумуса. Мощность гумусового горизонта колеблется от нескольких см до 1.5 м и более.
- A2** – (A_2 или E по старой системе) – элювиальный (подзолистый или осолоделый) наиболее осветленный и обесцвеченный в профиле почвы минеральный горизонт, лежащий под каким-либо из органогенных горизонтов и подстилаемый обычно иллювиальным горизонтом. Горизонт не имеет морфологических признаков оглеения, характерных для глеевых горизонтов G. Это бесструктурный или слоегато-рыхлый горизонт, обедненный гумусом и другими соединениями; обогащен остаточным кремнеземом.
- B** – минеральный внутрпочвенный горизонт, лежащий в средней части профиля почвы под горизонтами AO, A1, A2 (в случае их отсутствия под горизонтами O). Характеризуется любым изменением цвета и структуры по сравнению с горизонтом A; отличается от горизонта G и C. Обычно это бурый, охристый-бурый, красновато-бурый уплотненный, утяжеленный и хорошо оструктуренный горизонт. В горизонте B накапливается глина, окислы железа, алюминия и другие коллоидальные вещества за счет вымывания их из вышележащих горизонтов.
- G** – минеральный глеевый горизонт, имеет на большей части площади свежего среза (не менее 70% площади) ярко-голубые, сизые, ржавые тона окраски, однородные или чередующиеся ржавые и охристые пятна. Обычно это горизонт постоянного избыточного увлажнения, которое вызывает восстановительные процессы и придает почве характерный цвет, слитость, вязкость и т.д. Эти горизонты могут подразделяться на :
- G1** – глеевый горизонт, окрашенный в яркие голубые и синие тона, однородные и чередующиеся;
- G2** – глеевый горизонт, пестро окрашенный, а так же окрашенный в голубоватые, сизые и ржавые тона;

- G3** – минеральный горизонт, имеющий оливковые, зеленые, серовато-зеленые тона.
- C** – материнская (почвообразующая) горная порода, из которой сформировалась данная почва, существенно измененная почвообразовательными процессами.
- D** – подстилающая горная порода, залегает ниже материнской (почвообразующей) и отличается от нее своим свойством.
- S** – сильно сцементированный горизонт, способный служить водупором. Горизонт S образовался в результате концентрации различных химических соединений (окислов железа, кремнезема, карбонатов кальция и магния, солей и др.).

Любой из выделенных основных горизонтов может подразделяться на подгоризонты по количественному изменению основного признака горизонта.

Переходные горизонты, в которых признаки верхнего и нижнего горизонтов сменяются **постепенно**, обозначаются двойными индексами соответствующих выше – и ниже – лежащих горизонтов. Первым ставят индекс горизонта, признаки которого преобладают в переходном горизонте. Например, **BC** и т.д.

Переходные горизонты, в которых признаки рядом лежащих горизонтов **вклиниваются** один в другой, обозначаются их индексами, разделенными наклонной линией. Например **B/C** и т.д.

Различные характеристики **основных горизонтов**, такие как наличие солей, карбонатов, солонцеватости и т.д., обозначаются **малыми индексами**. Они ставятся справа после основного индекса и обозначаются **латинскими строчными буквами**.

Малые индексы обозначают следующие свойства генетических горизонтов (в скобках даны примеры использования малых индексов):

- a** (A1a, A2a) – горизонты, существенно измененные деятельностью человека: пахотные, культурно-ирригационные, окультуренные в результате удобрения навозом и т.д.;
- ca** (Aca, Bca, Cca) – наличие карбонатов кальция и магния;
- rsa** (Arca, Brca) – наличие щебня карбонатных пород;
- cs** (Bcs) – визуально различимые выделения гипса;
- s** (Bs) – визуально различимые выделения легко растворимых солей;

- sl** (Bsl) – солонцовые и солонцеватые горизонты, более тяжелого гранулометрического состава и более темно окрашенные, чем выше – и нижележащие горизонты. Имеют столбчатую, призматическую или глыбистую структуру с глянцеваыми гумусо-глинистыми пленками по граням отдельности;
- m** (Bm) – минеральные горизонты, основные морфологические признаки которых сформировались в результате изменения исходной породы на месте (метаморфические);
- n** (Bn) – наличие твердых конкреций любого состава, которые можно выделить из почвенной массы;
- g** (A2g, Bg) - наличие морфологических признаков оглеения, недостаточных для отнесения горизонтов к G1, G2 и G3;
- h** (Bh) – иллювиально-гумусовые горизонты, темно-коричневых и буро-красно-коричневых тонов;
- f** (Bf) – иллювиально-железистые горизонты ярко-желтых, красных и буро-желтых тонов;
- t** (Bt) - горизонты более тяжелого гранулометрического состава, чем вышележащие, с ясными визуальными признаками привноса тонкодисперсного материала в виде пленок по трещинам, порам, граням структурных отдельностей;
- p** (BCp) – наличие камней размером более 1 см (щебень, гравий, глыбы, валуны, и т.д.) в количестве более 10% по объему;
- z** (A1z, Oz) – наличие обильных следов жизнедеятельности почвенной фауны (капролиты червей, червоточины, кротовины, сурчины и т.д.);
- v** (Av, O2v) – горизонты, состоящие на 50% и более из живых частей растений (степной войлок, очесы мхов и т.д.);
- d** (BCd) – признаки динамических явлений перемещения почвенной массы;
- ve** (Ave, Bve) – признаки слитности.

При описании генетических горизонтов очень важно указать **характер перехода одного горизонта в другой**. Для этого можно использовать следующие градации переходов:

резкий переход – смена одного горизонта другим происходит на протяжении 1 см;

ясный переход - смена горизонтов происходит на протяжении 1 -3 см;

заметный переход – граница прослеживается в пределах 3 –5 см;

постепенный переход – очень постепенная смена горизонтов на протяжении более 5 см.

Важное значение принадлежит **форме границ переходов**. Она часто имеет диагностическое значение. По форме выделяют 6 основных типов границ между почвенными горизонтами:

1. ровная;
2. волнистая – отношение амплитуды к длине волны менее 0.5;
3. карманная – отношение длины к ширине затеков (карманов) от 0.5 до 2;
4. языковатая – отношение глубины языков к их ширине от 2 до 5;
5. затечная – отношение глубины затеков к их ширине не более 5;
6. размытая – граница между горизонтами столь извилиста, что вся лежит в пределах какого-то слоя, выделяемого как переходный горизонт.

По характеру соотношения генетических горизонтов все почвенные профили можно сгруппировать в несколько типов:

П р и м и т и в н ы й профиль имеют почвы в начальных стадиях своего формирования, когда почвообразованием затронута лишь самая поверхностная часть породы. Профиль слабо дифференцирован на горизонты, мощность его составляет несколько сантиметров.

Н е п о л н о р а з в и т ы й профиль формируется на массивно-кристаллических плотных породах -или на крутых склонах. В таких условиях образуются почвы также с небольшой мощностью профиля — несколько десятков сантиметров при полном наборе генетических горизонтов, присущих данному типу, но с небольшой их мощностью. Часто такие профили имеют горные почвы.

Н о р м а л ь н ы й профиль — наиболее часто встречающийся, характерен для зрелых почв, формирующихся на рыхлых породах в равнинных условиях; почвы имеют полный набор генетических горизонтов, свойственных данному типу почвообразования.

С л а б о д и ф ф е р е н ц и р о в а н н ы й профиль присущ почвам, развивающимся на породах, бедных легко выветривающимися минералами (кварцевые пески, древние ферраллитные коры выветривания). Генетические горизонты слабо выражены (расплывчатые).

Н а р у ш е н н ы й профиль характерен для эродированных почв, у которых уничтожена верхняя часть профиля.

Реликтовый профиль — сложный, в нем присутствуют различные по генезису погребенные горизонты (отдельные или целые профили) или горизонты, характерные для предшествующих фаз почвообразования.

Многочленный профиль свойствен почвам, формирующимся на многочисленных породах при их смене обычно в пределах 100 см от поверхности.

Полициклический профиль развивается в условиях периодического отложения почвообразующего материала, например в условиях отложения вулканического пепла, в поймах при отложениях аллювия.

Нарушенный (перевернутый) профиль приобретают почвы, подвергнутые искусственному смещению генетических горизонтов (плантаж, ярусная обработка) или интенсивному перемешиванию естественного профиля землероями.

Мозаичный профиль образуется при большой пространственной неоднородности сочетания генетических горизонтов.

Кроме того, профили могут различаться и систематизироваться по характеру распределения веществ. Например, аккумулятивный профиль присущ почвам с максимальным накоплением веществ с поверхности (гумусово-аккумулятивный профиль); элювиальный характеризуется обеднением (выносом) веществ в профиле, элювиально-иллювиальный - обеднением веществ (например, ила или R_2O_3) в верхней части профиля и накоплением их в средней или нижней части и т. п.

Каждому почвенному типу свойственно свое сочетание горизонтов. Поэтому некоторые из них могут в том или ином профиле отсутствовать.

Мощность профиля. Под мощностью почвенного профиля понимают общую глубину, или протяженность, составляющих его горизонтов. Ее выражают в сантиметрах. За нижнюю границу почвы условно принимают ту часть материнской породы, которая внешне не затронута процессами почвообразования. При изучении почвы определяется как мощность почвенного профиля в целом, так и отдельных его горизонтов. Последнее позволяет судить о глубине проникновения корней растений и распределения их по горизонтам, определять возможность углубления пахотного слоя и др.

Окраска почв — важный морфологический признак, которым руководствуются при расчленении почвенной толщи на генетические горизонты и суждении об их свойствах. Разнообразие окраски обусловлено содержанием в почвенной массе веществ, имеющих различные цвета. Гумусовые вещества окрашивают почвенные горизонты в черные, серые и бурые тона; окислы железа и марганца — в красные, оранжевые, желтые и бурые. Белая окраска почвенных горизонтов обусловлена накоплением кварца, аморфного кремнезема, кальцита и других минералов, не загрязненных железом и гумусом. Сизая окраска вызвана соединениями закиси железа.

Окраска горизонтов почвы, как правило, не имеет чистых тонов. Преобладают смешанные цвета. Поэтому прибегают к обозначению оттенка и интенсивности окраски; красно-бурый, темно-бурый, темно-серый с буроватым оттенком и т.д.

(табл. 8.1.) Окраска горизонтов нередко бывает неоднородной - на фоне основного цвета выступают прожилки, пятна, прослойки иной окраски. Все это свидетельствует об очаговости протекающих процессов накопления, выноса, оглеения. Почва во влажном состоянии и в крупных комках всегда имеет более темную, или интенсивную окраску, чем в сухом и растертом состоянии.

Таблица 8.1.

Наиболее встречаемые названия цветов почвы

Основной цвет	Оттенок
Черный	Интенсивно – черный, серовато – черный, серо – черный, буровато – черный, буро – черный.
Серый	Буро – серый, темно – серый, светло – серый, белесо – серый, зеленовато – серый, голубовато – серый.
Белый	Желтовато – белый, палево – белый, розовато – белый, зеленовато – белый.
Бурый	Черно – бурый, серо – бурый, темно – бурый, светло – бурый, палево – бурый, желто – бурый, красно – бурый, зеленовато – бурый.
Желтый	Буровато – желтый, охристо – желтый, зеленовато – желтый.
Красный	Малиново – красный, ржаво – красный, кирпично – красный.

Влажность почвы. Влажность не является устойчивым признаком какой – либо почвы или почвенного горизонта. Она зависит от многих факторов: метеорологических условий, уровня грунтовых вод, гранулометрического состава почвы, характера растительности и т.д. Например, при одинаковом содержании влаги в почве песчаные (легкие) горизонты почвы будут казаться влажнее глинистых (тяжелых).

Степень влажности влияет на выраженность других морфологических признаков почв, что необходимо учитывать при описании почвенного разреза. Например, влажная почва имеет более темный цвет, чем сухая. Кроме того, степень влажности оказывает влияние на сложение, структуру почвы и т.д.

В полевых условиях различают 5 степеней влажности почв:

1. с у х а я п о ч в а пылит, присутствие влаги в ней на ощупь не ощущается, не холодит руку;
2. в л а ж н о в а т а я п о ч в а холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет;
3. в л а ж н а я п о ч в а - на ощупь ощущается влага, почва увлажняет фильтровальную бумагу, при подсыхании значительно светлеет и сохраняет форму, приданную почве при сжатии рукой;
4. с ы р а я п о ч в а при сжимании в руке превращается в тестообразную массу, а вода смачивает руку, но не сочится между пальцами;
5. м о к р а я п о ч в а - при сжимании в руке из почвы выделяется вода, которая сочится между пальцами, почвенная масса обнаруживает текучесть.

Структура. Структурой называют отдельности, или агрегаты, различной формы и величины, на которые распадается масса почвы.

Различают три типа структуры: кубовидную — отдельности вытянуты одинаково по трем взаимно перпендикулярным осям; призмовидную — отдельности вытянуты преимущественно по вертикальной оси; плитовидную — отдельности вытянуты по горизонтальным осям.

Структурные отдельности каждого типа в зависимости от выраженности граней, ребер и размеров подразделяются на более мелкие группы (табл.8.2.).

Для разных горизонтов различных почв характерны определенные типы и виды структур. Так горизонты, богатые гумусом, обычно имеют зернистую или зернисто-комковатую структуру. Элювиальные горизонты могут иметь листоватую, пластинчатую или другие структуры. Иллювиальным горизонтам присуща столбчатая, призматическая и ореховатая структуры.

В зависимости от наличия и степени выраженности структуры различают структурные и бесструктурные почвы. Бесструктурные бывают обычно песчаные и супесчаные почвы, а нередко также пахотные слои суглинистых и глинистых почв вследствие распыления при обработке. Между структурными и бесструктурными почвами имеются переходные, у которых структура выражена слабо.

Если структура неоднородна, то для ее характеристики пользуются двойными названиями (комковато – зернистая, ореховато – призматическая и т.д.), последним словом указывается преобладающий вид структуры. При изменении характера распределения структурных элементов внутри горизонта в дневнике обязательно отмечается это различие.

Таблица 8.2.

Классификация структурных агрегатов (сокращенная)

Род	Вид	Размер
<u>Кубовидная</u>		
Глыбистая – неправильная форма и неровная поверхность; непрочная.	Крупноглыбистая	>10 см
	Мелкоглыбистая	10 – 1 см
Комковатая – неправильная округлая форма, неровные поверхности разлома, грани не выражены; относительно прочная.	Крупнокомковатая	10 – 3 мм
	Комковатая	3 – 1 мм
	Мелкокомковатая	1 – 0,25 мм
	Пылеватая	< 0,25 мм
Ореховатая – более или менее правильная форма, грани хорошо выражены, ребра острые; очень прочная.	Крупноореховатая	>10 мм
	Ореховатая	10 – 7 мм
	Мелкоореховатая	7 – 5 мм
Зернистая – более или менее правильная форма, иногда округлая, с выраженными гранями; очень прочная.	Крупнозернистая (гороховатая)	5 – 3 мм
	Зернистая (крупитчатая)	3 – 1 мм
	Мелкозернистая (порошистая)	1 – 0,5 мм

Призмовидная

Столбовидная – отдельные слабо оформлены, с неровными гранями и округлыми рёбрами.	Крупностолбовидная	>5 см
	Столбовидная	5 – 3 см
	Мелкостолбовидная	< 3 см
Столбчатая – правильной формы с хорошо выраженными гранями, с округлым верхним основанием («головкой») и плоским нижним.	Крупностолбчатая	5 – 3 см
	Мелкостолбчатая	< 3 см
Призматическая – грани хорошо выражены, с ровной глянцевой поверхностью, с острыми рёбрами.	Крупнопризматическая	5 – 3 см
	Призматическая	3 – 1 см
	Мелкопризматическая	1 – 0,5 см

Плитовидная

Плитчатая – с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями.	Сланцевая	>5 мм
	Плитчатая	5 – 3 мм
	Пластинчатая	3 – 1 мм
	Листоватая	< 1 мм
Чешуйчатая – со сравнительно небольшими горизонтальными плоскостями спаянности и часто острыми гранями.	Скорлуповатая	>3 мм
	Грубочешуйчатая	3 – 1 мм
	Мелкочешуйчатая	< 1 мм

Гранулометрический (механический) состав. Под гранулометрическим (механическим) составом подразумевают соотношение в почве частиц различного размера, которые называют механическими элементами.

По гранулометрическому составу выделяют следующие разновидности почв: песчаные, супесчаные, легкосуглинистые, среднесуглинистые, тяжело-суглинистые и глинистые с подразделением на легкую, среднюю и тяжелую глину.

Существуют сухой и мокрый способы определения механического состава в поле:

1. шнур не образуется - песок;
2. зачатки шнура - супесь;
3. шнур дробиться при скатывании - лёгкий суглинок;
4. шнур сплошной, кольцо при свёртывании распадается - средний суглинок;
5. шнур сплошной, кольцо с трещинами – тяжёлый суглинок;
6. шнур сплошной, кольцо цельное, без трещин - глина.

Г л и н и с т ы е почвы в сухом состоянии с большим трудом растираются между пальцами, но в растертом состоянии ощущается однородный толстый порошок. Во влажном состоянии эти почвы сильно мажутся, хорошо скатываются в длинный шнур, из которого легко можно сделать кольцо.

С у г л и н и с т ы е почвы при растирании в сухом состоянии дают тонкий порошок, в котором прощупывается некоторое количество песчаных частиц. 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.

С у п е с ч а н ы е почвы легко растираются между пальцами. В растертом состоянии явно преобладают песчаные частицы, заметные даже на глаз. Во влажном состоянии образуются только зачатки шнура.

П е с ч а н ы е почвы состоят только из песчаных зерен с небольшой примесью пылеватых и глинистых частиц. Почва бесструктурная, не обладает связанностью.

Окончательное уточнение гранулометрического состава почвы происходит в камеральный период в ходе специального лабораторного анализа, и на его основании дается название почвы.

Общее название почвы по гранулометрическому составу почвы дается по данным верхнего горизонта.

Сложение отражает две стороны физического состояния почвенной массы: характер расположения отдельных механических частиц и агрегатов и характер пористости, которая при этом образуется. Отдельные частицы и агрегаты могут прилегать друг к другу по разному, обуславливая тем самым различную степень плотности почвы.

По степени плотности различают: слитное (очень плотное), плотное, рыхлое и рассыпчатое сложение почвы. При слитном сложении почва не поддается копке лопатой; при плотном сложении лопата входит в почву с большим трудом; при рыхлом сложении она входит легко, а при рассыпчатым — без всяких усилий.

По характеру пористости различают следующие типы сложения почвы: тонкопористое — диаметр пор меньше 1 мм; пористое — поперечник пор колеблется в пределах 1—3 мм; губчатое — много пор диаметром 3—5 мм; ноздреватое — почва имеет полости от 5 до 10 мм; ячеистое — характеризуется полостями крупнее 10 мм; трубчатое — полости соединяются в каналы.

Кроме различного рода пор и полостей, которые обычно пронизывают структурные отдельности, пористость почв характеризуется системой трещин, образующихся в сухое время года. По этому признаку различают тонкотрещиноватое сложение — ширина трещин не превышает 3 мм; трещиноватое — трещины достигают 10 мм ширины; щелеватое — ширина трещин более 10 мм. Во влажные периоды года, когда почва, впитывая воду, набухает, щели сильно уменьшаются или совсем исчезают.

Различные горизонты почвенного профиля характеризуются разным сложением. Верхним горизонтам свойственно более рыхлое сложение. Характер сложения во многом зависит от механического состава и структуры почвы, а также от деятельности корней растений и населяющих почву червей, насекомых и землероев. Сложение почвы оказывает значительное влияние на её воз-

духо- и водопроницаемость и на глубину проникновения корней растений. Уплотненные горизонты препятствуют проникновению корневой системы. Со сложением связано сопротивление, которое оказывает почва обрабатывающим орудиям.

Новообразования. Новообразованиями называются видимые на глаз скопления веществ различной формы и химического состава которые образуются и выделяются в процессе почвообразования. По составу, цвету и формам новообразования резко отличаются от окружающей их почвенной массы. Различают новообразования химического и биологического происхождения.

К химическим новообразованиям относятся:

Выделения углекислой извести (CaCO_3), белые по окраске; образуют большое разнообразие форм: выцветы — тонкие пленки, «плесень» — скопление мельчайших игольчатых кристаллов, «псевдомицелий» — тонкие сетки жилок, белоглазка — округлые мучнистые стяжения, журавчики и дутики — плотные и пустотелые стяжения различной формы и размеров, прослой «луговой» извести.

Новообразования гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) белого или желтоватого цвета. Выделяются в форме псевдомицелия, друз — скоплений мелких кристаллов, сростков крупных кристаллов в виде двойников, налетов и корочек на поверхности почвы и структурных отдельностей, прослоек.

Новообразования легкорастворимых сернокислых и хлористых солей (NaCl , $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, MgCl_2 , CaCl_2) белого цвета. Образуют: корочки и выцветы на поверхности почвы, прожилки и крупинки в ее толще, покрывают сухие стенки разреза выцветами мелких кристаллов.

Новообразования гидроокиси железа и окислов марганца ($\text{Fe}(\text{OH})_3$, MnO_2 ,) красно-бурого, бурого, охристого и черного цветов. Они выделяются в форме расплывчатых пятен, пленок, примазок, потёков, рудяковых, или «ортштейновых», зерен — плотных и твердых округлых конкреций, трубочек по ходам корней, ортштейнов -уплотненных участков, «ортзандов» — цементированных полос песка и др. Соединения закиси железа (FeO) образуют сизоватые и голубоватые пленки, пятна, разводы, прожилки.

Кремнекислота (SiO_2) обнаруживается и форме «мучнистой присыпки», «сединки» — белесого налёта, покрывающего поверхность структурных отдельностей, белесых и белых пятен, языков, прожилок.

Перегнойные вещества черного или черно-бурого цвета образуют глянцевиые натеки, тонкие корочки па поверхности структурных отдельностей карманы, языки в массе светлоокрашенных горизонтов.

К новообразованиям биологического происхождения (животного и растительного) относятся: капролиты — экскременты червей, состоящие из частиц почвы, прошедших через пищеварительный тракт и склеенных выделениями клеточных стенок кишечника (структурные комочки, «клубочки», «узелки»); кротовины — ходы землероев (сусликов, кротов, мышей и др.), засыпанные почвенным материалом из другого горизонта, потому отчетливо выделяющиеся

ся на стенке почвенного разреза; червороины, или червоточины также заполненные почвенной массой другого горизонта; дендриты — отпечатки мелких корешков на поверхности структурных отдельностей, часто окрашенные перегноем.

Новообразования являются важным признаком, по которому судят о происхождении почв, их составе и свойствах. Так, выделения углекислой извести в виде «плесени» и «псевдомицелия» указывают на процессы перемещения ее в почвенном профиле. Ржавые пятна и рудяковые зерна свидетельствуют о заболачивании почвы.

Солевые корочки на поверхности почвы и выцветы в верхних горизонтах говорят о значительном содержании в почве легкорастворимых солей, которые обычно вредны для культурных растений. Глубина залегания соленосных горизонтов в почвах южных природных зон указывает на глубину промачивания их атмосферными водами. Таким образом, изучение новообразований дает возможность судить о многих процессах и явлениях в почвах, имеющих непосредственное агрономическое значение.

Включениями называют присутствующие в почве тела органического или минерального происхождения, образование которых не связано с почвообразовательным процессом.

К включениям относятся: корни и другие части растений различной степени разложения (корневища, луковицы, запаханные пожнивные остатки и навоз, остатки лесной подстилки и т.д.); раковины и кости животных; валуны и другие обломки горных пород; кусочки кирпича, угля, стекла и т. п.; археологические находки (кости животных, посуда или ее черепки, остатки оружия и украшений и т. п.).

9. ОРГАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПОЧВЫ

Наличие органического вещества является характерной особенностью почв, отличающей их от материнских пород. Порода становится почвой только тогда, когда в ней появляется органическое вещество. На начальном этапе накопление органического вещества происходит в результате жизнедеятельности низших организмов, поселяющихся на горных породах. Биологические процессы, как уже указывалось выше, играют важную роль в выветривании. Порода становится более рыхлой и приобретает влагоёмкость. Постепенно создаются условия для развития высших растений, с поселением которых значительно ускоряется накопление органического вещества. После отмирания растений, животных, микроорганизмов входящие в их состав вещества подвергаются в почве процессам разложения и вторичного синтеза, образуя при этом гумус. Определённым растительным группировкам соответствует вполне определённый характер микробиологических процессов. Одни группировки растений оставляют при отмирании основную массу органического вещества на поверхности почвы (опад древесных растений), другие в самой почве (корневые

остатки луговых трав). Качественно и количественно этот материал разнороден. Опад древесных растений богат смолами, дубильными веществами, органическими кислотами. Остатки травянистых растений богаты белками, зольными элементами. Вес это накладывает отпечаток на характер микробиологических процессов. Важную роль играют в этом и климатические условия.

Количество и состав гумуса, его распределение по почвенному профилю тесно связано с почвообразованием и своеобразно для каждого почвенного типа. Количество и состав гумуса в значительной степени определяют плодородие почвы. Таким образом, гумус является важнейшей органической частью почвы. В свою очередь, органическое вещество почвы может быть разделено на следующие группы: свежие и неполно разложившиеся растительные и животные остатки и гумус, который состоит из:

- собственно гумусовых веществ;
- продуктов глубокого распада органических остатков и продуктов ресинтеза микроорганизмов.

Продукты распада и ресинтеза представляют собой органические соединения индивидуальной природы, известные в органической химии. К ним относятся белки и аминокислоты, углеводы и их производные: жиры, воска, смолы, дубильные вещества, лигнины и др. В сумме органические соединения индивидуальной природы составляют примерно 10-15% от общего запаса гумуса в почвах. Основная масса гумуса (85-90%) представлена его специфической частью – гумусовыми веществами.

Гумус представляет собой сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся в результате разложения и гумификации растительных остатков. Гумусовые вещества состоят из ряда высокомолекулярных соединений, имеющих кислотный характер. Большая часть из них находится в различных формах связи с минеральной частью почвы.

Основными группами гумусовых веществ являются: 1) гуминовые кислоты (ГК), 2) фульвокислоты (ФК), 3) гумины (негидролизуемый остаток).

Гуминовые кислоты представляют группу веществ, извлекаемых из почвы щелочами или другими растворителями в виде тёмноокрашенного раствора (гуматов Na, NH₄ или K) и осаждаемые кислотами в виде аморфного осадка – геля. Гуминовые кислоты, извлечённые из разных почв, имеют следующий элементарный состав: С (50-62%), Н (2,8-6,6%), О (31-40%), N (2-6%), Гуминовые кислоты относятся к классу веществ, характеризующихся высоким содержанием углерода. Кроме С, Н, О, N в золе гуминовых кислот обнаруживаются P, S, Si, Fe, Al в количестве от 1,0 до 10%.

Соли ГК и одновалентных оснований (Li, Na, NH₄, K) растворимы, точнее высокодисперсны* и образуют тёмноокрашенные золи (от светло-бурого до тёмно-коричневого, почти чёрного цвета). (*Дисперсность – степень раздробления вещества на частицы, чем мельче частицы, тем больше дисперсность). Свободные гуминовые кислоты и их соли с двухвалентными и трёхвалентными катионами нерастворимы и находятся в состоянии гелей. В тех почвах, в которых ГК в основном связаны с Ca и Mg они неспособны к передвижению по

почвенному профилю, поэтому они накапливаются в местах их образования и в наибольших количествах содержатся в верхней части профиля почвы.

ГК являются наиболее ценной частью гумуса. Они обладают большой поглощательной способностью по отношению к катионам и играют важную роль в создании прочной, агрономически ценной структуры почвы, являются запасным фондом питательных веществ для растений, прежде всего N.

Фульвокислотами называют гумусовые вещества, имеющие жёлтую или красноватую окраску, и, которые остаются в растворе после подкисления щелочной вытяжки из почвы, и выпадения в осадок гуминовых кислот. Название фульвокислот связано с их цветом. Латинское слово *fulvus* означает жёлтый. Это название для растворимых гумусовых веществ было предложено Свен Оденом в 1919 г.

ФК, так же, как и гуминовые кислоты, являются высокомолекулярными соединениями. Элементарный состав ФК отличается от элементарного состава ГК меньшим содержанием С и N и большим содержанием О и Н: С (44-49%), Н (3,5-5,0%), О (44-49%), N (2-4%). Отношение С:Н в ФК всегда уже, чем в ГК.

ФК растворимы в воде, точнее коллоиднорастворимы. Они имеют рН 2,6-2,8, то есть представляют собой довольно сильную кислоту. Благодаря этому ФК разрушающе действуют на минералы. Соли ФК со щелочными и щелочно-земельными металлами растворимы в воде, в почве. С Fe и Al фульвокислоты образуют комплексные соединения, которые обладают большой подвижностью и выпадающие в осадок только в узком диапазоне рН.

Гумин или негидролизуемый остаток – это некоторая часть специфических органических веществ, которая не извлекается щелочными растворами из декальцированной почвы.

Роль гумуса в почвенном плодородии велика и многогранна. Обеспеченность почвы гумусом оценивают по нескольким показателям: содержанию гумуса в %, запасам гумуса в т/га, по распределению гумуса по профилю почвы, типу (составу) гумуса. Состав гумуса, его количество и распределение по профилю почвы будет строго определенным для каждого типа почв (табл. 9.1.-9.5.).

Таблица 9.1.

Среднее содержание и состав гумуса в почвах

Почвы	Гумус	Относительное содержание С, %		Отношение ГК к ФК
		ГК	ФК	
1. Подзолистые	2,5-4,0	12-20	25-30	0,6-0,8
2. Серые лесные	4,0-6,0	25-30	25-27	1,0
3. Чернозёмы (мощные и обыкновенные)	7,0-10,0	35-40	15-20	1,5-2,5
4. Тёмно-каштановые	3,0-4,0	30-35	20	1,5-1,7
5. Каштановые	1,5-4,0	25-35	20-25	1,2-1,5
6. Бурые сухостепные	1,0-1,2	15-18	20-23	0,7
7. Серозёмы	1,5-2,0	20-30	25-30	0,8-1,0

8. Серозёмы светлые	0,8-1,0	17-23	25-35	0,7
9. Краснозёмы	4,0-6,0	15-20	22-28	0,6-0,8

Таблица 9.2.

Показатели гумусного состояния почв

Признак	Уровень признака	Пределы величин
1. Содержание гумуса, %	очень высокое	> 10
	высокое	6 – 10
	среднее	4 – 6
	низкое	2 – 4
	очень низкое	< 2
2. Запасы гумуса в слое: <u>числитель: 0 – 20 см</u> знаменатель: 0 – 100 см, т/га	очень высокие	$\frac{> 200}{> 600}$
	высокие	$\frac{150 - 200}{400 - 600}$
	средние	$\frac{100 - 150}{200 - 400}$
	низкие	$\frac{50 - 100}{100 - 200}$
	очень низкие	$\frac{< 50}{< 100}$

Более подробно градация содержания гумуса в почве приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3.

Оценка содержание гумуса в почве при составлении картограмм

Гумусность почв	Содержание гумуса в почве, %
очень низкая	<1,0
очень низкая	1,01-1,5
очень низкая	1,51-2,0
низкая	2,01-2,5
низкая	2,51-3,0
низкая	3,01-4,0
средняя	4,01-6,0
выше среднего	6,01-8,0
высокая	8,01-10,0
очень высокая	>10

Таблица 9.4.

Распределение гумуса в метровой толще

<p>10-15 CM</p>	<p>1. Грубогумусовый профиль. Такой тип профиля характерен для почв таежно-лесной зоны (подзолистые почвы). Для такого профиля характерно низкое содержание гумуса. Наибольшее содержание гумуса отмечается в верхнем горизонте, с глубиной оно резко падает.</p>
<p>CM</p> <p>A Bh мерзлота</p>	<p>2. Грубоиллювиальный профиль. Такой тип профиля характерен для почв тундровой зоны (тундровые слабоглеевые гумусные почвы). В условиях мерзлоты происходит надмерзлотная аккумуляция гумуса. Такой профиль свойственен и осолодевающим солонцам.</p>
<p>60-70 CM</p>	<p>3. Аккумулятивный, неполно развитый профиль. Гумус распределен по профилю почвы равномерно, но мощность горизонтов почвы, содержащих гумус, не большая. Такой профиль характерен для многих почв, формирующихся под травянистой растительностью. Например, серые лесные почвы (3 – 4% гумуса).</p>
<p>CM</p>	<p>4. Аккумулятивный, полно развитый профиль. Гумус равномерно распределен по всему профилю почвы. Данный тип профиля характерен для черноземных почв (8 – 10% гумуса).</p>

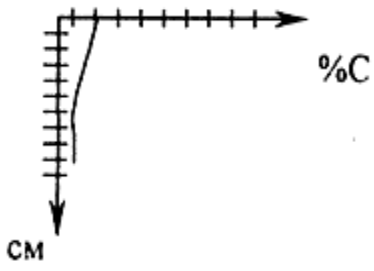
	<p>5. Неполно развитый гумусовый профиль. Для такого профиля характерно низкое содержание гумуса (1 – 3%). Данный тип профиля характерен для полупустынных, пустынных областей и саванн: серо-бурые, бурые полупустынные почвы.</p>
---	---

Таблица 9.5.

Тип (состав) гумуса

Тип гумуса	$C_{ГК} : C_{ФК}$
Гуматный	> 2
Фульватно-гуматный	2 - 1
Гуматно-фульватный	1 – 0,5
Фульватный	< 0,5

Несмотря на сравнительно небольшое содержание в почве органического вещества, оно играет очень важную роль в создании плодородия почвы и в питании растений. Роль органического вещества многогранна и разнопланова. В. А. Ковда, развивая учение В.И. Вернадского о биосфере, подчеркивает общепланетарную роль почв, в том числе, как аккумулятора органического вещества и связанной с ним энергии, способствующих устойчивости биосферы. В.А. Ковда предложил считать гумусовый слой почв планеты особой энергетической оболочкой - гумосферой. Почвы, содержащие среднее количество органического вещества (4,0—6,0%) и имеющие средние запасы гумуса (200—400 т/га), накапливают на 1 га столько энергии, сколько обеспечивают 20—30 т антрацита. Энергия органического вещества почв используется микроорганизмами и беспозвоночными животными для своей жизнедеятельности, для фиксации азота, а также для многих внутрипочвенных процессов преобразования почвенной массы, для воспроизводства и поддержания почвенного плодородия. Поддержание запасов органического вещества почвы означает сохранение ее энергетического потенциала.

Почвы с высоким содержанием гумуса быстрее просыхают весной и раньше пригодны к обработке, требуют меньше затрат на механическую обработку. Эксплуатационные расходы на высокогумусных почвах

сокращаются при возрастании производительности почвообрабатывающих агрегатов. Увеличение содержания органического вещества ведет к снижению равновесной плотности почв, что создает условия для минимализации обработок при повышении их интенсивности.

Физико-химические свойства почв, такие, как емкость поглощения, буферность, находятся в тесной корреляции с содержанием органического вещества: по данным А. М. Лыкова, коэффициент корреляции между этими свойствами (r) составляет 0,64.

Органическое вещество является источником многих питательных компонентов. В нём содержится почти весь запас азота, значительная часть фосфора и серы, а также небольшое количество калия, кальция, магния и других питательных веществ. Так, основная масса азота в почве (до 90%) находится в различных гумусовых веществах, и небольшая его часть – в негумифицированных органических соединениях (протеины, аминокислоты и др.), входящие в состав растительных, животных остатков и тел микроорганизмов. На долю органических соединений фосфора приходится 30-40% и более, а на долю органических соединений серы – до 90% общего содержания этих элементов в почве. В результате разложения органического вещества микроорганизмами, азот, фосфор, сера и другие элементы питания, содержащиеся в нём, переходят в легкоусвояемые минеральные соединения и становятся доступными для растений.

Под действием ГК, ФК и других органических кислот, а также при углекислоты (H_2CO_3), которая образуется при разложении органических веществ, происходит разрушение силикатных и алюмосиликатных минералов, растворение карбонатов Са и Mg, фосфатов и других слаборастворимых солей. В результате содержащиеся в них элементы питания, такие как Са, Mg, К, Р, переходят в доступную для растений форму.

Одновременно органическое вещество служит основой создания оптимальных условий для эффективного использования высоких доз минеральных удобрений. Органическое вещество почв снижает побочное отрицательное действие химических удобрений, способствует закреплению их излишка и нейтрализации вредных примесей. Органическое вещество почв содержит большое количество физиологически активных веществ.

Биологическая активность почв находится в тесной прямой корреляции с органическим веществом почвы. В более гумусированных почвах разнообразнее видовой состав микроорганизмов и беспозвоночных животных и выше их численность. Ферментативная активность почв также возрастает при нарастании количества гумуса. Содержание органического вещества определяет интенсивность поступления CO_2 в приземный слой воздуха, что позволяет наращивать интенсивность фотосинтеза растений. На почвах с высокой биологической активностью, урожайность культур, как правило, выше.

В последние десятилетия было обнаружено, что экстенсивное ведение сельского хозяйства без заботы о поддержании запасов гумуса в почве привело

к заметному ухудшению гумусного состояния почв. За последние 30—40 лет содержание гумуса и азота в российских чернозёмах сократилось на 30%, по сравнению с данными, полученными В.В. Докучаевым 100 лет тому назад.

Анализ плодородия сельскохозяйственных угодий Иркутской области показал, что удельный вес почв с очень низким содержанием гумуса составляет 1,6%, с низким - 37,1%, средним – 38,5%, повышенным и высоким – 27,6%. В интенсивно используемых пахотных угодьях доля почв с низким содержанием гумуса составляет 41,0%, средним – 36,1%, повышенным и высоким – 21,2%. Таким образом, более интенсивное использование пахотных земель в современных системах земледелия, приводит к их ускоренной деградации. Доля почв с низким содержанием гумуса в сельскохозяйственных угодьях меньше, чем в пахотных землях. Это связано с положительным влиянием растительного покрова на содержание и накопление гумуса в почвах. Помимо этого, сельскохозяйственные угодья защищают почву от развития эрозионных процессов.

К причинам, вызывающим потери гумуса в почвах Иркутской области можно отнести следующие:

1. Смена естественного фитоценоза агрофитоценозом в результате освоения лесов, лугов, пастбищ, залежных земель.
2. Нарушение технологии освоения новых земель.
3. Примитивность применяемой системы земледелия и севооборотов. например. Насыщенность севооборотов зерновыми, пропашными культурами, отсутствие мероприятий по гумусному равновесию, в первую очередь, многолетних бобовых трав и сидератов.
4. Водная эрозия и дефляция почв.
5. Недостаточное поступлению в почву органических удобрений.
6. Разложение и биодеградация гумуса под влиянием физиологически кислых минеральных удобрений.
7. Усиление минерализации органического вещества в результате интенсивной обработки и повышенной степени аэрации почв.
8. «захоронение» органического вещества при глубокой вспашке почвы.
9. Сжигание пожнивных остатков растений.
10. Резкое уменьшение массы растительных остатков (корневых, пожнивных), поступающих в почву при снижении удельного веса многолетних трав.
11. активизации почвенной микрофлоры при применении удобрений.
12. Усиление минерализации гумуса при орошении и осушении.

Вопрос о стабилизации и увеличении запасов гумуса в почвах является одним из самых актуальный вопросов современного земледелия. Важность этой задачи определена многосторонней ролью органического вещества в устойчивости плодородия почв. Оптимизация гумусного состояния почв предполагает разработку таких приемов хозяйственной деятельности, которые могут создать условия для получения высокого и устойчивого урожая без деградации почвенного плодородия.

Гумусное состояние почвы является важным показателем их плодородия. К основным мероприятиям, обеспечивающим накопление гумуса относятся следующие: систематическое внесение органических удобрений (навоз, торфо-компосты, сидерация), травосеяние, внесение кальциевых солей в кислые и щелочные почвы, гидротехнические мелиорации, чередование культур (севооборот), правильная обработка, обеспечивающая в почвах нормальные условия водного, воздушного, теплового режимов, защита почвы от эрозии. При планировании и осуществлении этих мероприятий необходимо учитывать природные условия зоны и специфические особенности конкретной хозяйственной территории.

Органические удобрения

Навоз и другие органические удобрения оказывают многостороннее влияние на важнейшие агрономические свойства почвы, при правильном их использовании содержание гумуса в почве не уменьшается, а урожайность сельскохозяйственных культур увеличивается (табл. 9.6.)

Таблица 9.6.

Нормативы образования гумуса из 1т органических удобрений
(по И.С. Шатилову), т/га

№	Источники органического вещества	Количество гумуса, образующегося из 1 т органических удобрений, кг
1	Навоз	75
2	Навоз бесподстилочный	37
3	Навоз жидкий	19
4	Птичий помёт	140
5	Компост торфо-навозный	120
6	Солома	100
7	Сидераты	19

Органические удобрения служат источником питательных веществ для возделываемых растений.

С навозом в почву поступают все необходимые сельскохозяйственным культурам макроэлементы и микроэлементы. Каждая тонна сухого вещества навоза крупного рогатого скота содержит около 20 кг N, 8-10 кг P (в расчёте P₂O₅), 24-28 кг K (K₂O), 28 кг Ca (CaO), 6 кг Mg (MgO), 4 кг S (SO₃), 20-40 г бора (B), 125-200 г цинка (Zn), 2-3 г кобальта (Co), 2,0-2,5 г молибдена (Mo). Поэтому такие удобрения называют полными. Содержание количества питательных элементов в наиболее распространённых органических удобрениях представлено в таблице 9.7.

Таблица 9.7.

Содержание питательных веществ в некоторых органических удобрениях, в %

Органические удобрения	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
------------------------	---	-------------------------------	------------------	-----

1. Полуперепревший навоз (при влажности 75%)	0,50	0,25	0,60	0,70
2. Навозная жижа	0,25	0,06	0,36	0,06
3. Торф верховой (при влажности 60%)	0,35	0,03	0,03	0,04
4. Торф низинный (при влажности 60%)	1,05	0,14	0,07	0,14

В 20 т навоза содержится столько же питательных веществ, сколько в 2,5 ц простого суперфосфата, в 2 ц хлористого калия и 3 ц аммиачной селитры.

Навоз и другие органические удобрения являются для растений не только источником минеральных питательных веществ, но и источником углекислоты. Под влиянием микроорганизмов органические удобрения разлагаются в почве, при этом выделяется много углекислоты, которая насыщает почвенный воздух и надземный слой атмосферы. В результате этого улучшается воздушное питание растений. Чем выше дозы внесения в почву навоза, торфа или компоста, тем больше углекислоты образуется при их разложении и тем благоприятнее складываются условия воздушного питания растений.

Помимо этого, органические удобрения являются энергетическим материалом и источником пищи для микроорганизмов.

На малогумусных дерново-подзолистых почвах органические удобрения выступают не только в качестве источника корневого и воздушного питания растений, но и как важное средство улучшения свойств почвы. При систематическом внесении высоких доз органических удобрений почва не только обогащается гумусом, но и улучшаются её физические, химические, физико-химические, биологические свойства, водный, воздушный, тепловой режимы. Под влиянием навоза возрастает ёмкость поглощения и степень насыщенности почвы обменными основаниями (Ca, Mg, K), несколько снижается её кислотность, в том случае, если почва кислая, уменьшается подвижность в почве Al, Fe, Mn, повышается буферность.

Навоз. По степени разложения различают свежий, полуперепревший, перепревший навоз и перегной.

Свежим, или слаборазложившимся, называется навоз, в котором использованная на постилку солома еще сохраняет свою типичную (жёлтую) окраску и прочность.

В полуперепревшем навозе солома уже теряет свою прочность и приобретает тёмно-коричневую окраску. Вес полуперепревшего навоза по сравнению со свежим уменьшается на 20-30%.

Перепревший, или сильно разложившийся, навоз представляет собой чёрную мажущуюся массу. Перепревший навоз составляет примерно 50% веса исходного навоза.

Перегной – это богатая органическим веществом чёрная однородная землистая масса. Он составляет не более 25% количества исходного свежего навоза.

В зависимости от почвенно-климатических районов используют перепревший или полуперепревший навоз. В условиях засушливого климата, без орошения, чтобы избежать иссушения почвы, для весеннего внесения реко-

мендуется перепревший навоз. В районах же достаточного увлажнения, и на малогумусных дерново-подзолистых почвах, лучше использовать полуперепревший навоз.

Основной способ применения подстилочного навоза – внесение его под вспашку.

Доза навоза, вносимого под вспашку, в зависимости от степени его разложения, почвенных, климатических условий, возделываемой культуры колеблется от 15 до 50 т и более на 1 га. Под зерновые хлеба в различных зонах вносят 15-25 т/га, в среднем доза навоза составляет 18-20 т/га. Более высокие дозы этого удобрения, и при этом слабо разложившегося, вносят в северных районах страны. В засушливых районах, без орошения, рекомендуется применять хорошо разложившийся навоз. Дозу навоза, в этом случае, уменьшают до 12-15 т/га. Под некоторые зернобобовые культуры, например, горох, бобы, сою, навоз используют для усиления деятельности клубеньковых бактерий. В этом случае, в любой зоне страны, доза навоза не превышает 10 т/га. Под картофель, силосные, овощные культуры, навоза вносят больше, чем под зерновые культуры. Под картофель на дерново-подзолистых суглинистых почвах можно вносить 20-30 т навоза на га, а на лёгких песчаных и супесчаных почвах – 30-40 т/га. Под кукурузу, огурцы в нечернозёмной зоне рекомендуют вносить 40-50 т/га навоза, а в чернозёмной зоне от 25 до 35 т/га. Следует учитывать, что чем меньше в почве гумуса и подвижных питательных веществ, тем больше навоза следует вносить при прочих равных условиях.

После разбрасывания свежего или полуперепревшего навоза его следует немедленно заделать. Лучше это сделать в этот же день. Эффективность навоза, оставленного незапаханным в течение 24 часов, сильно снижается по сравнению со сразу запаханным навозом. Разбросанный, но ещё не запаханный навоз в первые несколько дней теряет весь аммиачный N.

Глубина заделки навоза под вспашку в зависимости от конкретных условий составляет 15-30 см. На почвах тяжёлого гранулометрического состава глубина заделки меньше, на «лёгких» почвах – больше.

Навоз отличается длительным последствием. Длительность последствия навоза зависит от гранулометрического состава почвы. Например, на глинистых и суглинистых почвах нечернозёмной зоны дозы навоза оказывают заметное действие на урожай сельскохозяйственных культур в течение всей ротации 7-8-польного севооборота. На песчаных почвах, навоз разлагается значительно быстрее, поэтому его последствие составляет 2-3 года.

Солома. При запашке соломы (4-6 т/га), которая остаётся в поле после уборки комбайном, отпадают транспортные расходы и затраты труда, которые неизбежны при использовании её на подстилку. Измельчённую комбайном солому, а по ней азотные минеральные удобрения, аммиачные или мочевины, разбрасывают на поверхности пашни. На бедных фосфором почвах полезно добавлять фосфорные удобрения.

Солому после внесения удобрений сразу заделывают луцильником на глубину 5-7 см. После того, как она заметно разложится, проводят зяблевую

вспашку на нормальную глубину. Запашку соломы не следует откладывать до весны. Осенняя запашка соломы обеспечивает лучшее вымывание из почвы вредных для растений фенольных соединений, образующихся при разложении соломы. Особенно желательно запахивать солому под бобовые культуры.

Птичий помёт. Птичий помёт является ценным, концентрированным и быстродействующим органическим удобрением. Как и навоз, он содержит все основные питательные вещества, которые необходимы растениям, но в значительно большем количестве (таблица 9.8.).

Таблица 9.8.

Среднее содержание воды и питательных веществ в помёте различных птиц
(в % от веса сырой массы помёта)

Виды птиц	H ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
Куры	56	2,2	1,8	1,1	2,4	0,7	0,4
Утки	60	0,8	1,5	0,5	1,7	0,3	0,3
Гуси	80	0,6	0,5	0,9	0,6	0,3	1,1

Все питательные вещества в птичьём помёте находятся в усвояемых для растений соединениях. В основном удобрении чистый сухой птичий помёт вносят под овощные культуры в дозе 3-4 т, под картофель 2-3 т/га. Доза сырого птичьего помёта, компостированного с суперфосфатом, в основном удобрении составляет около 3-5 т, а торфяного - 5-10 т/га. Для подкормки различных культур сырого чистого помёта используют 8-10 ц, а для внесения в лунки или борозды - 4-6 ц на 1 га. Сухого помёта берут в два раза меньше. Для жидкой подкормки сырой помёт следует разбавлять водой в 6-7 раз.

Торф. Применение торфа и торфяных компостов на удобрение представляет включение в круговорот веществ, которые ранее были вне этого круговорота. Следует помнить, что виды и типы торфа многообразны и не равноценны по качеству. Например, по условиям образования торфяные болота, и, следовательно, торф, делят на 3 типа: верховые, переходные и низинные. В названии вида торфа входят название растений-торфообразователей, содержание мало-разложившихся остатков, которых в торфе составляет не менее 20% от веса сухого вещества. Поэтому способы использования торфа неодинаковые. Торф верховых болот отличается меньшей степенью разложения, большей кислотностью и меньшей зольностью, он беднее по содержанию питательных веществ.

Низинный торф отличается сильной степенью разложения, высоким содержанием азота и зольных веществ, меньшей кислотностью. Переходный торф обладает промежуточными свойствами.

Чаще всего торф применяется на удобрение не отдельно, а в составе компостов - торфяно-органических удобрений.

Зелёное удобрение или сидераты. В качестве сидератов преимущественно возделывают бобовые растения: люцерну, донник, эспарцет, люпин, сераделлу, озимую вику, астрагал, чину, галегу восточную или козлятник. Биомассу сидеральных культур частично или полностью запахивают в почву. Зелёное

удобрение является одним из самых доступных для внедрения и эффективных приёмов повышения плодородия почв. Ещё Д.Н. Прянишников писал « И там, где для улучшения почв особенно необходимо обогащение их органическим веществом, а навоза по той или иной причине не хватает, зелёное удобрение, приобретает особенно большое значение. В сочетании с навозом и другими органическими удобрениями, а также удобрениями минеральными, зелёное удобрение в качестве одного из элементов системы удобрений должно стать весьма мощным средством поднятия урожаев и повышения плодородия почв».

Зелёное удобрение является неисчерпаемым и постоянно возобновляемым источником органического вещества. Введение сидерации в севообороты повышает баланс гумуса в почвах. Помимо этого, многолетние бобовые травы улучшают положительный баланс азота в почве. За счёт симбиотической деятельности клубеньковых бактерий бобовые культуры усваивают атмосферный азот. Сидераты улучшают физико-химические свойства почвы и повышают её биологическую активность, помогают бороться с сорняками, вредителями, болезнями растений.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Источники и количество органических остатков, поступающих в почву в различных условиях.
2. Современные представления о процессе гумусообразования.
3. Что такое гумус? Из чего состоит гумус?
4. Количественный и качественный состав гумуса в разных типах почв России и стран СНГ.
5. Роль гумуса в почвообразовании.
6. Роль гумуса в плодородии почв.
7. Причины потери гумуса.
8. Причинам, вызывающим потери гумуса в почвах Иркутской области.
9. Мероприятия, направленные на сохранение и повышение гумуса в почве.
10. Значение органических удобрений в улучшении гумусного состояния почв.

10. ПОЧВЕННЫЕ КОЛЛОИДЫ И ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ

Одним из сложнейших разделов почвоведения является раздел, посвящённый почвенному поглотительному комплексу (ППК) и поглотительной способности почв (ПСП). В то же время он имеет очень большое значение для познания формирования почвенного плодородия и возможностей его регулирования. Важнейшую роль в выяснении значения почвенных коллоидов и их свойств в почвообразовательных процессах, и почвенном плодородии сыграли работы выдающегося советского учёного академика К.К. Гедройца. Работы К.К. Гедройца, проведённые в первые десятилетия XX века, были в большей части посвящены разработке о поглотительной способности почв – явления, от-

крытого ещё в середине XIX столетия и привлекавшего внимание многих исследователей в нашей стране и за рубежом.

Большая роль в поглотительных явлениях в почве принадлежит её тонкодисперсной части – коллоидным частицам, размер которых составляет несколько миллимикронов в диаметре (табл. 10.1.).

Таблица 10.1.

Классификация механических элементов почв и пород (по Н.А. Качинскому)

Механические элементы	Размер механических элементов, мм	Механические элементы	Размер механических элементов, мм
Камни	> 3,0	Пыль крупная	0,05-0,01
Гравий	3,0-1,0	Пыль средняя	0,01-0,005
Песок крупный	1,0-0,5	Пыль мелкая	0,005-0,001
Песок средний	0,5-0,25	Ил грубый	0,001-0,0005
Песок мелкий	0,25-0,05	Ил тонкий	0,0005-0,0001
		Коллоиды	< 0,0001

Вследствие малых размеров коллоиды способны проходить через обычные фильтры, не оседают в воде, образуя коллоидные растворы, обладающие высокой адсорбционной способностью.

Образование коллоидов в почве происходит или в результате раздробления крупных частиц, в процессе физического и химического выветривания, или же конденсационным путём в результате химического и физического соединения молекул и ионов.

По своему составу почвенные коллоиды могут быть минеральными, органическими и органо-минеральными или комплексными. К минеральным коллоидам относятся тонкодисперсные первичные минералы (кварц, слюда), вторичные кристаллические минералы (монтмориллонит, каолинит, гидрослюда и др.), вторичные аморфные минералы (гидраты окиси Fe, Al, Si). Органические коллоиды представлены гумусовыми кислотами (ГК и ФК) и их солями, протеинами. Органо-минеральные коллоиды являются комплексными соединениями гумусовых веществ с минеральными. Строение коллоидной мицеллы представлено на рисунке 10.1.

Схема строения коллоидной мицеллы (по Н.И. Горбунову)

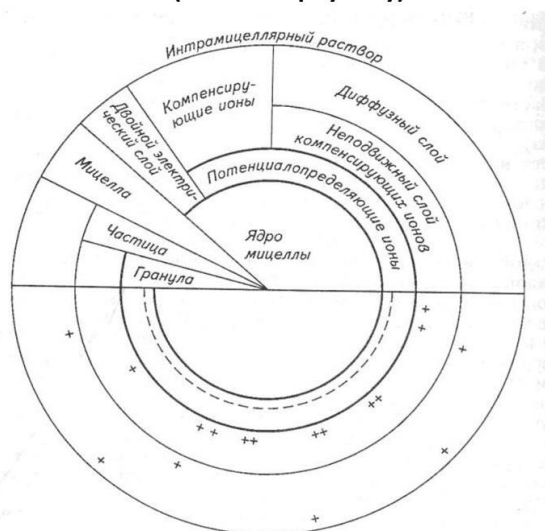


Рис. 10.1.

По знаку заряда почвенные коллоиды разделяются на ацидоиды, базоиды и амфолитоиды. Отрицательные коллоиды называются ацидоидами. Ацидоиды диссоциируют в раствор H^+ -ионы. К ним относятся кремневая кислота, гумусовые кислоты и глинистые минералы. Положительные коллоиды – базоиды. Они диссоциируют в раствор OH^- ионы. К базоидам относятся гидраты окиси Fe, Al. Амфолитоиды – это коллоиды, которые могут менять знак своего заряда. К ним относятся, например, белки, а также комплексные коллоиды. В зависимости от реакции раствора они ведут себя то как кислоты, то как основания. Например, в условиях кислой реакции в растворе находится много ионов водорода и мало гидроксил-ионов, поэтому диссоциация водорода подавляется:



В условиях щелочной реакции в растворе проявляется высокая концентрация гидроксил-ионов, что приводит к подавлению диссоциации OH^- ионов. В этих условиях амфолитоид ведёт себя как кислота:



По отношению к растворителю (вода) коллоиды делятся на гидрофильные и гидрофобные. Гидрофильные коллоиды удерживают многослойные плёнки воды. Гидрофобные коллоиды гидратируются слабо. К гидрофильным коллоидам относятся кремнекислота, ГК, ФК, почвенные белки, а к гидрофобным – гидроокись Fe, минералы группы каолинита и некоторые другие.

Коллоидные вещества почвы, находясь в состоянии коллоидного раствора (золя), могут перемещаться по профилю почвы и удаляться из неё. Обычно это приводит к приобретению почвой неблагоприятных свойств, ведущих к понижению плодородия. В плодородных почвах коллоиды находятся в виде рыхлых сгустков, называемых гелями (коагулятами). Переход коагулята в золь называют пептизацией коллоидов. Обратный процесс – переход золя в гель – коагуляцией. Коагуляция может быть обратимой и необратимой.

Коллоидам в почвах принадлежит важная роль. О их количестве можно судить по гранулометрическому составу почвы, по её гумусированности. Удерживаемые коллоидами минеральные соединения являются хорошо доступными для растений. Коллоиды играют важную роль в структурообразовании, так как склеивают механические частицы почвы, способствуют её более рыхлому сложению. С почвенными коллоидами тесно связана поглощательная способность почвы (ПСП), так как коллоиды обладают сильно выраженной способностью к поглощению газов, воды, растворов, тонко измельченных частиц твердого вещества и т. д. В свою очередь, знание ПСП позволяет обоснованно определять нормы и формы минеральных удобрений, нормы извести для понижения кислотности почв, потребность в гипсовании солонцов и т. д.

Академик К.К. Гедройц выделил пять основных видов поглощения: механическое, физическое, химическое, физико-химическое (обменное) и биологическое.

- *Механическая поглощательная способность* — это свойство почв поглощать поступающие с водным или воздушным потоком твердые частицы, размеры которых превышают размеры почвенных пор. От размера и формы пор зависят крупность задерживаемых частиц и глубина их проникновения в почву. Вода, проходя сквозь почвенную толщу, очищается от взвесей, что позволяет использовать это свойство почв и рыхлых пород для очистки питьевых и сточных вод. При строительстве оросительных систем свойство почв поглощать твердые частицы используется для заиливания дна и стенок каналов в целях уменьшения потерь воды на фильтрацию.

- *Химическая поглощательная способность* - это образование в результате происходящих в почве химических реакций труднорастворимых соединений, выпадающих из раствора в осадок. Поступающие в почву в составе атмосферных, грунтовых поливных вод катионы и анионы могут образовывать с солями почвенного раствора нерастворимые или труднорастворимые соединения.

- *Биологическое поглощение* вызвано способностью живых почвообитающих организмов (корни растений, микроорганизмы, беспозвоночные и позвоночные животные) поглощать различные элементы. Биологическая поглощательная способность характеризуется большой избирательностью поглощения, обусловленной специфической для каждого вида потребностью живых организмов в элементах питания.

- *Физическая поглощательная способность* — способность почвы увеличивать концентрацию молекул различных веществ у поверхности тонкодисперсных частиц. Поверхностная энергия таких частиц, измеряемая произведением поверхностного натяжения, возникающего на границе соприкосновения дисперсной фазы с дисперсионной средой, на суммарную поверхность частиц дисперсной фазы, стремится, вообще говоря, к наибольшему сокращению. Это реализуется или уменьшением поверхности твердой фазы (укрупнение частиц), или понижением поверхностного натяжения путем адсорбции на поверхности частиц некоторых веществ. Вещества, понижающие поверхностное натяжение, называются поверхностно-активными (органические кислоты, алкалоиды, многие высокомолекулярные органические соединения). Они притягиваются к поверхности тонкодисперсных частиц, т. е. испытывают положительную физическую адсорбцию. Многие минеральные соли, кислоты, щелочи, некоторые органические соединения повышают поверхностное натяжение воды, вызывая явление отрицательной физической адсорбции, при которой концентрация данных веществ уменьшается по мере приближения к поверхности частицы. Понижение поверхностного натяжения достигается в данном случае избирательной адсорбцией молекул воды, а не растворенных в ней веществ.

- *Физико-химическая, или обменная, поглощательная способность* — это способность почвы поглощать и обменивать ионы, находящиеся на поверхности коллоидных частиц, на эквивалентное количество ионов раствора, взаимодействующего с твердой фазой почвы. Это свойство почвы обусловлено

наличием в ее составе, так называемого почвенного поглощающего комплекса (ППК), связанного с почвенными коллоидами. ППК — это совокупность минеральных, органических и органоминеральных соединений высокой степени дисперсности, нерастворимых в воде и способных поглощать и обменивать поглощенные ионы.

Поглощение почвой катионов было первым свойством коллоидов, подмеченным ещё ранними исследователями в середине XIX века (Уэй, Ван Беммелен), однако огромное значение в этом направлении имели работы К.К. Гедройца.

К параметрам, характеризующим ПСП и ППК относятся ёмкость поглощения, сумма обменных оснований и степень насыщенности почвы обменными основаниями.

Ёмкостью поглощения (E, T) или ёмкостью катионного обмена (ЕКО) называют общее количество всех поглощенных (обменных) катионов, которые могут быть вытеснены из почвы. Выражают ёмкость поглощения в мг-экв/100г почвы.

В минеральных горизонтах ёмкость поглощения колеблется от 2 – 5 до 50 – 60 мг-экв/100г почвы и зависит от количества и состава минеральных коллоидов и содержания гумуса. Так, ёмкость поглощения суглинистых черноземов, содержащих 8–10% гумуса, составляет 40–50 мг-экв/100г почвы, а дерново-подзолистых суглинистых почв, имеющих всего 2–3% гумуса, 15–20 мг-экв/100г почвы. Большое влияние на ёмкость поглощения оказывает состав минеральных коллоидов. Каолинит, например, имеет самую малую ёмкость поглощения среди распространенных в почвах глинистых минералов, а монтмориллонит и вермикулит – самую большую (табл. 10.2.).

Таблица 10.2.

Ёмкость обмена катионов у глинистых минералов (мг.-экв/100г минерала)

Минерал	Пределы колебаний	Наиболее часто встречающиеся значения
Каолинит	3-15	6-8
Монтмориллонит	60-150	80-120
Иллит	20-40	25-30
Вермикулит	65-145	140-145

В почвах ёмкость поглощения колеблется в широких пределах от 1–2 до 80 и более мг-экв/100г почвы (табл. 10.3.).

Ёмкость поглощения рассчитывается по следующим формулам:

$$E = S \quad (\text{для почв, насыщенных основаниями})$$

$$E = S + Hг \quad (\text{для почв, ненасыщенных основаниями), где}$$

S – сумма обменных оснований, мг-экв/100г почвы;

Hг – гидролитическая кислотность, мг-экв/100г почвы.

Таблица 10.3.

ПСП некоторых зональных почв

Почвы	Е (ЕКО), мг.-экв/100г. почвы	Поглощённые катионы
Подзолистые	10-20	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , H ⁺
Серые лесные	20-40	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , H ⁺
Чернозёмы	40-60	Ca ²⁺ , Mg ²⁺
Каштановые	15-30	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺
Серо-бурые	10-20	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺
Краснозёмы	10-18	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , H ⁺

Катионы, входящие в почвенный поглощающий комплекс (ППК) и способные замещаться катионами раствора, называются обменными или замещенными. К *обменным катионам* относятся: Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, H⁺, Al³⁺, Fe²⁺, Fe³⁺.

Обменными основаниями называются щелочные и щелочноземельные катионы. Наибольшее значение для почвы имеют катионы Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺.

Суммой обменных (поглощенных) оснований (S) называют общее количество поглощенных оснований: Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, NH₄⁺.

Величина обменных оснований определяет агрономические свойства почвы. Вступая в реакцию с катионами почвенного раствора, обменные основания активно участвуют в питании растений. Катионы Ca²⁺, Mg²⁺ способствуют устойчивости структуры почвы, тогда как катионы K⁺, Na⁺ легко удаляются из ППК, что вызывает ее разрушение. Катионы оснований регулируют реакцию почв, участвуют в реакциях обмена и оказывают влияние на состав почвенного раствора. Почвы и отдельные горизонты почвы значительно отличаются по составу и количеству поглощенных катионов и уровню признака (табл. 10.4, 10.5.).

Таблица 10.4.

Оценка обеспеченности почвы обменными основаниями

Класс	Уровень признака	мг-экв/100г почвы
I	Очень низкий	0-5
II	Низкий	5,1-10
III	Средний	10,1-15,0
IV	Повышенный	15,1-20,0
V	Высокий	20,1-30,0
VI	Очень высокий	> 30

В подзолистых и дерново-подзолистых почвах наряду с небольшим количеством Ca и Mg высокое содержание H и Al. Почвы с таким составом обменных катионов обладают кислотностью почвенного раствора, они бесструктурны, имеют плохие физические свойства, и, следовательно, пониженное плодородие. В чернозёмах в составе обменных катионов преобладает Ca и Mg. Эти элементы обладают большой активностью, необратимо коагулируют и колло-

идные вещества не вымываются. Механические элементы почвы склеиваются, агрегируются и преобразуются в агрономически ценную макроструктуру. Реакция почвы становится нейтральной. Преобладание в почвах поглощённого (обменного) Са создаёт наиболее благоприятные условия их плодородия.

Таблица 10.5.

Сумма обменных оснований (S)
в почвах Иркутской области, мг-экв/100г почвы

Почва	Глубина, см	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ²⁺	S
Дерново-сильнопodzолистая среднесуглинистая	0 – 2	53,7	8,4	-	62,1
	2 – 7	54,6	7,0	-	61,6
	9 – 17	10,6	1,3	-	11,9
	20 - 25	11,4	2,1	-	13,5
Дерново-сильнопodzолистая супесчаная.	0 – 4	13,8	1,2	-	15,0
	4 – 9	8,2	0,7	-	8,9
	10 – 15	4,1	0,5	-	4,6
	17 - 22	3,0	0,2	-	3,3
Дерново-карбонатная типичная тяжелосуглинистая.	0 – 2	58,4	13,3	-	71,7
	2 – 7	28,3	8,7	0,9	38,0
	10 - 15	30,9	3,2	0,5	34,6
Дерново-карбонатная оподзоленная легкосуглинистая.	0 – 5	31,0	4,0	0,8	35,8
	7 – 12	35,2	3,9	0,2	39,4
	15 – 20	12,0	1,0	0,2	13,1
Серая лесная слабооподзоленная среднесуглинистая.	0 – 5	30,4	2,6	-	33,0
	12 – 17	21,8	3,6	-	25,4
	20 – 30	21,1	3,4	-	24,5
	40 - 50	23,7	2,2	-	25,9
Светло-серая лесная сильнопodzоленная среднесуглинистая на карбонатном суглинке.	0 – 6	14,0	1,2	-	15,2
	8 – 18	3,0	0,9	-	4,0
	20 – 30	14,7	4,8	-	19,5
	40 - 50	16,4	4,9	-	21,4
Темно-серая лесная остаточнокарбонатная среднесуглинистая.	0 – 5	51,3	13,4	0,2	64,9
	10 – 15	40,1	8,2	0,6	48,9
	20 – 25	53,1	7,5	0,9	41,6
	30 - 40	24,1	4,1	0,2	28,4
Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый.	0 – 5	55,8	7,9	1,2	64,9
	10 – 15	51,6	9,2	1,1	61,9
	20 – 25	49,1	9,8	0,7	59,6
	30 - 40	31,7	4,8	0,7	37,2
Чернозем солонцеватый	0 – 5	45,0	8,1	-	53,1
	15 – 20	42,2	7,7	-	50,0

тяжелосуглинистый.	24 - 29	31,7	6,1	-	37,8
Чернозем солонцеватый супесчаный.	0 – 5	19,2	4,8	0,2	24,2
	10 – 15	13,8	3,8	0,4	18,0
	320 - 25	13,9	1,5	0,1	15,5

Степенью насыщенности почв основаниями (V) называется отношение суммы обменных оснований к ёмкости поглощения. Степень насыщенности показывает, какую часть всех поглощенных катионов составляют поглощенные основания.

В зависимости от содержания обменных водорода и алюминия все почвы делят на две группы: насыщенные и ненасыщенные основаниями.

Почвы, насыщенные основаниями, не содержат в ППК H^+ и Al^{3+} . В таких почвах поглощенные катионы представлены только катионами оснований (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+). Ненасыщенные почвы, наряду с катионами оснований, содержат некоторое количество поглощенных H^+ и Al^{3+} . Степень насыщенности вычисляют по формуле:

$$V = \frac{S \cdot 100}{S + Hr}, \text{ где}$$

- V – степень насыщенности почвы основаниями, %;
- S – сумма обменных оснований, мг-экв/100г почвы;
- Hr – гидролитическая кислотность, мг-экв/100г почвы;
- 100 – коэффициент пересчета, %.

В различных типах почв степень насыщенности почв основаниями колеблется от 5 до 100%. Вычисляют степень насыщенности почв основаниями для определения потребности почв в известковании (табл. 10.6.).

Таблица 10.6.

Оценка потребности почвы в известковании

Потребность почвы в известковании	Степень насыщенности основаниями, % (V)
Очень сильная	< 70
Сильная	70 - 80
Средняя	80 - 85
Слабая	85 - 90
Очень слабая	90 - 95
Отсутствует	> 95

Таким образом, поглощательная способность почвы имеет большое агрономическое значение. Благодаря этой способности питательные вещества предохраняются от вымывания из почвы. Поглощательная способность регулирует концентрацию почвенного раствора. Коллоидный комплекс на пахотных

почвах можно улучшить внесением органических и минеральных удобрений, сидерацией, глинованием песчаных почв, внесением песка в глинистые почвы.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Понятие о почвенных коллоидах.
2. Каковы происхождение, состав и свойства почвенных коллоидов?
3. Что такое почвенный поглощающий комплекс?
4. Какое строение имеет коллоидная мицелла?
5. Виды поглотительной способности почвы, их значение.
6. Понятие об обменном и необменном поглощении катионов.
7. Что такое емкость поглощения почвы? Как ее рассчитать?
8. Состав поглощенных катионов в почвах подзолистого и степного типов почвообразования.
9. Агрономическое значение катионов оснований на реакцию почв.
10. Какое влияние оказывают катионы основания на водно-физические свойства почвы?
11. Какое влияние оказывают катионы основания на виды химической мелиорации?
12. Содержание суммы обменных оснований в основных типах почв?
13. В чем состоит различие и схожесть в понятиях «обменные катионы» и «обменные основания»?

11. КИСЛОТНОСТЬ И ЩЁЛОЧНОСТЬ ПОЧВЫ

Реакция почвенного раствора является важным свойством почвы, так как отдельные растения требуют определённых интервалов $pH_{\text{вод}}$ для нормального развития (табл. 11.1.). Энергия жизнедеятельности микроорганизмов, минерализация органического вещества, разложение почвенных минералов, растворение труднорастворимых соединений, коагуляция и пептизация и другие физико-химические процессы в значительной степени зависят от реакции почвенного раствора.

Таблица 11.1.

Оптимальные значения pH для растений

Культура	$pH_{\text{вод}}$	Культура	$pH_{\text{вод}}$
Картофель	5,0-5,5	Пшеница	6,0-7,5
Морковь	5,5-7,0	Ячмень	6,8-7,5
Горох	6,0-7,0	Овёс	5,0-6,0
Свёкла	6,2-7,5	Озимая рожь	5,3
Огурцы	6,4-7,0	Кукуруза	5,0-6,0
Томаты	6,3-6,7	Люцерна	6,5-7,0
Капуста	6,7-7,4	Соя	6,5-7,0
Лук	6,4-7,9	Лён	5,9-6,5

Гречиха	5,0-7,5	Хлопчатник	6,5-7,3
---------	---------	------------	---------

На земной поверхности значительные площади занимают почвы, обладающие неблагоприятной реакцией почвенного раствора: слишком кислые или слишком щелочные. На территории России явление почвенной кислотности встречается чаще, чем щелочные. Почвы, имеющие кислую реакцию водного раствора охватывают целые зоны. Они наиболее распространены в таёжной зоне и в условиях влажных тропиков и субтропиков (подзолистые, дерново-подзолистые почвы, краснозёмы). Слабокислую реакцию имеют серые лесные почвы. Реакция черноземов близка к нейтральной, а их карбонатные горизонты имеют щелочную реакцию. Слабощелочной реакцией характеризуются каштановые почвы и сероземы. В корковых солонцах реакция почвы сильнощелочная.

Различают актуальную кислотность почвы, соответствующую кислотности почвенного раствора, и потенциальную кислотность как показатель общей кислотности почвы, включающей и её твёрдую фазу (табл. 11.2.).

Таблица 11.2.

Виды кислотности

Формы кислотности	Десорбент	Единицы измерения	Величины в почве
Актуальная	H ₂ O	pH _{H₂O}	2 - 11
Потенциальная а) обменная б) гидролитическая	1н KCl CH ₃ COONa	pH _{KCl} и мг-экв./100г. мг-экв./100г. почвы	2 – 11 0 - 200

Актуальная кислотность обусловлена наличием свободных ионов водорода в почвенном растворе. Она характеризует жидкую фазу почвы (почвенный раствор). Актуальная кислотность, как было отмечено выше, имеет решающее значение для произрастания растений, жизнедеятельности организмов, развития и направления биологических процессов почвы. Реакция почвенного раствора в различных почвах колеблется от pH 3 до 9 и выше (табл. 11.3.)

Таблица 11.3.

Деление почв по величине почвенного раствора

Реакция почвенного раствора	Величина pH _{вод.}
Сильнокислая	3,0-4,5
Кислая	4,5-5,5
Слабокислая	5,5-6,5
Нейтральная	6,5-7,0
Слабощелочная	7,0-7,5
Щелочная	7,5-8,5
Сильнощелочная	8,5 и выше

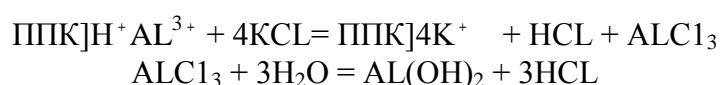
Высокая кислотность почв создает неблагоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур и способствует оподзоливанию. Для растений наиболее благоприятными реакциями почвенного раствора являются нейтральная или близкая к нейтральной. В интервалах рН меньше 5,5 отмечается дефицит нитратов (подавление нитрифицирующих бактерий), понижается доступность фосфора, наблюдается недостаток Са, К, Mg. В щелочной среде (рН – 7,5–8,5) также отмечается дефицит нитратов и фосфора, избыток легко-растворимых солей, недостаток двухвалентного Mn, Си. Ряд растений предпочитают определенную реакцию среды, при которой они дают наиболее высококачественную продукцию. Например, чайный куст хорошо растёт на кислых почвах, а пшеница на слабощелочных.

Кислые свойства почве придают: уголекислота, минеральные кислоты, органические кислоты и их соли. Щелочные свойства почве придают: бикарбонат, карбонат кальция и сода.

Реакция почвы является важным экологическим фактором, который должен учитываться при возделывании сельскохозяйственных и выращивании декоративных растений.

Потенциальная кислотность почвы обусловлена поглощёнными ионами водорода и алюминия. Она характеризует твердую фазу почвы. Выделяют два вида потенциальной кислотности: обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность проявляется при взаимодействии с почвой нейтральных солей, обусловлена она H^+ и Al^{3+} :



Оценка степени обменной кислотности почвы представлена в таблице 11.4.

Таблица 11.4.

Оценка степени кислотности почвы рН (KCl)

Степень кислотности	рН (KCl)
очень сильнокислые	< 4,0
сильнокислые	4,1-4,5
среднекислые	4,6-5,0
слабокислые	5,1-5,5
близкие к нейтральным	5,6-6,0
нейтральные	>6,0

Обменная кислотность выражена в почвах с сильнокислой и кислой реакцией, например, в красноземах и подзолистых почвах, нов разных почвах и горизонтах профиля роль H^+ и Al^{3+} бывает неодинакова. Например, в краснозёмах кислотность полностью обусловлена Al^{3+} , а в дерново-подзолистых – H^+ и Al^{3+} . При этом в верхних гумусовых горизонтах большую роль в создании кислотности играет H^+ , а в нижних малогумусных - Al^{3+} . Алюминий в почвенном рас-

творе токсичен для растений. Поступая в клетки корня он связывает фосфат-ионы и нарушает фосфорное питание растений.

Значение рН солевой вытяжки имеет важное значение для решения вопроса о необходимости известкования почв. При использовании удобрений, физиологически кислых, необходимо учитывать обменную кислотность почвы (табл. 11.5.).

Таблица 11.5.

Потребность почв в известковании

Величина pH_{KCl}	Нуждаемость почв в известковании
< 4,5	Сильно нуждаются в известковании
4,5 – 5,0	Средне нуждаются в известковании
5,1 – 5,5	Слабо нуждаются в известковании
> 5,5	Не нуждаются в известковании

В кислых почвах обменная кислотность всегда меньше гидролитической и как бы является её частью.

В природных условиях формирование кислотности почв начинается с гидролитической кислотности, а затем по мере развития процесса появляется обменная кислотность.

Значения актуальной и обменной кислотности для почв Иркутской области приведена в таблице 11.6.

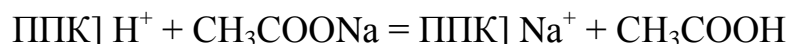
Таблица 11.6.

Величина актуальной и обменной кислотности почв Иркутской области

Название почвы	Глубина, см	pH_{H_2O}	pH_{KCl}
Дерново-сильноподзолистая	0 - 2	6,2	4,8
	2 - 7	5,4	4,5
	9 - 17	4,9	4,3
Дерново-карбонатная	0 - 2	5,9	5,6
	2 - 7	6,5	6,2
	10 - 15	7,0	6,7
Светло-серая лесная сильнооподзоленная	0 - 6	6,6	5,7
	8 - 18	6,1	5,1
Темно-серая лесная	0 - 5	6,6	5,5
	10 - 15	6,1	5,6
Чернозем выщелоченный	0 - 5	6,4	6,1
	10 - 15	7,2	6,1
Чернозем солонцеватый тяжелосуглинистый	0 - 5	6,8	6,1
	15 - 20	6,9	5,9

Гидролитическая кислотность обнаруживается в большинстве почв, в том числе не относящихся к кислым, исключение составляют карбонатные почвы, содержащие $CaCO_3$, а также в почвах, содержащих соду и имеющих благодаря

этому щелочную реакцию. Проявляется гидролитическая кислотность при взаимодействии с почвой гидролитических солей, таким реактивом является раствор CH_3COONa с рН 8,2:



Уксуснокислый натрий как соль сильного основания и слабой кислоты в водном растворе гидролизует с образованием OH^- , вследствие чего раствор имеет щелочную реакцию. В условиях щелочной среды в раствор переходят не только ионы H^+ обменной кислотности (легкоподвижные), но и ионы H^+ более прочно связанные с коллоидной частицей, поэтому гидролитическая кислотность больше обменной. Гидролитическая кислотность характеризует суммарную кислотность почвы, состоящую из актуальной и потенциальной кислотности. Поэтому, дозу извести, при необходимости известкования, определяют по величине гидролитической кислотности. Значительная величина гидролитической кислотности, при малой величине обменной и актуальной кислотности, не вредна для роста сельскохозяйственных культур (табл. 11.7.).

Таблица 11.7.

Величина гидролитической кислотности
в различных типах почв, мг.-экв./100г почвы

Почва	Глубина взятия образца, см	Гидролитическая кислотность
Дерново-подзолистая легкосуглинистая	0 – 10	3,3
	10 – 20	3,3
	80 - 90	2,8
Серая лесная	0 – 10	6,4
	10 – 20	6,1
	40 - 50	4,6
Чернозем типичный глинистый	0 – 10	3,0
	20 – 30	2,0
	60 - 70	0,8
Краснозем суглинистый	3 – 6	26,3
	17 - 25	44,8
Болотная верховая	0 – 15	78,3
	15 – 40	72,4
	40 - 49	78,0
Солонец	2 – 8	-
	10 – 16	-
	74 - 80	-

Реакция почвы является важным элементом плодородия почвы, который обязательно следует учитывать при возделывании сельскохозяйственных культур, так как большинство растений и почвенных микроорганизмов лучше развиваются при слабокислой или нейтральной реакции (рН 6-7).

Влияние кислой реакции на растения многостороннее. Повышенная кислотность почвенного раствора ухудшает рост и ветвление корней. Она отрицательно действует на физико-химическое состояние плазмы клеток корня, на их проницаемость, поэтому растения хуже поглощают питательные вещества из почвы и удобрений.

При высокой кислотности почвенного раствора ионы H^+ , проникают в большом количестве в ткани растений и подкисляют клеточный сок. Реакция раствора в тканях растений в результате высокой буферности протоплазмы и клеточного сока изменяется значительно слабее, чем во внешнем растворе, но в зависимости от степени подкисления среды изменение реакции может быть и довольно значительным. В этом случае она влияет на биохимические процессы, происходящие в растении.

При кислой реакции ослабевает синтез белковых веществ, содержание белка и общего N в растениях уменьшается, а количество небелковых форм N возрастает. В результате подавляется процесс превращения моносахаридов в другие более сложные органические соединения.

Следует учитывать, что растения наиболее чувствительны к кислотности почвы в первый период роста, то есть сразу после прорастания. В более поздние сроки они сравнительно легко переносят кислую реакцию.

Повышенная кислотность действует отрицательно не только на растения. Водород (H^+), вытесняя Ca из почвенного гумуса, повышает его дисперсность и подвижность. Насыщение H^+ минеральных коллоидных частиц приводит к их постепенному разрушению. Этим можно объяснить небольшое содержание в кислых почвах коллоидной фракции. Поэтому почвы имеют неблагоприятные физические и физико-химические свойства, плохую структуру, низкую емкость катионного обмена (Е) и слабую буферность.

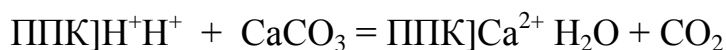
В кислых почвах полезные для растений микробиологические процессы подавлены и образование для растений питательных веществ протекает слабо. Почвенные микроорганизмы по-разному относятся к кислотности почвы. Так, плесневые грибы лучше развиваются при рН 3-6 и могут расти даже при более высокой кислотности. Среди грибов встречается много паразитов и возбудителей болезней культурных растений. В то же время многие полезные почвенные микроорганизмы лучше развиваются при нейтральной и слабощелочной реакции. Наиболее благоприятные значения рН для нитрификаторов, свободноживущих в почве азотфиксирующих бактерий (азотобактер, клубеньковых бактерий люцерны, гороха и других бобовых культур находится в интервале 6,5-7,5. При более высокой кислотности жизнедеятельность азотфиксирующих и нитрифицирующих микроорганизмов подавляется, а при понижении рН ниже 4,0-4,5 многие из них совсем не могут развиваться. Поэтому в кислых почвах очень сильно ослаблена или вовсе прекращается фиксация атмосферного N, замедляется минерализация органического вещества, подавлен процесс нитрификации, в результате чего ухудшаются условия азотного питания растений.

В кислых почвах подвижные формы фосфора (P) связываются полутвердыми окислами. При этом образуются нерастворимые и малодоступные для растений фосфаты Al и Fe, менее, в результате чего ухудшается фосфорное питание растений.

При повышенной кислотности молибден (Mo) переходит в труднорастворимые формы и его доступность растениям снижается, а Mo является элементом, участвующим в обменных, восстановительных и энергетических процессах, синтезе белка.

На сильнокислых почвах лёгкого гранулометрического состава (песчаных, супесчаных) растениям может недоставать усвояемых соединений Ca и Mg. Отрицательное действие высокой кислотности в почве связано с увеличением растворимости соединений Al и Mn. Повышенное содержание этих элементов в почвенном растворе ухудшает развитие растений даже сильнее, чем избыток ионов H⁺.

Таким образом, повышенная кислотность является нежелательным явлением. Устранение кислотности почв достигается, в первую очередь, внесением извести. Известковые (карбонатные) удобрения в сельском хозяйстве применяются очень давно. Ещё во времена господства римлян (около 2000 лет назад), земледельцы Галлии* и Британских островов использовали мергель и мел на своих лугах, полях и пастбищах. (*Галлия являлась исторической областью в Европе, включавшей территории между рекой По** и Альпами, и между Альпами, Средиземным морем, Пиренеями, атлантическим океаном. В настоящее время это территория Северной Италии, Франции, Люксембурга, Бельгии, части Нидерландов и части Швейцарии. **Река По протекает на севере Италии. Она является крупнейшей в стране по площади водосборного бассейна (более 70 тыс. км²) и протяжённости (652 км). Протекает в восточном направлении, большей частью по Паданской равнине через области Пьемонт, Ломбардия и Венеция.) Однако в то время ещё не знали природы действия извести, и рассматривали её как средство, заменяющее навоз. Часто вносили очень высокие дозы, что приводило к отрицательным результатам. Сознательно использовать известь для устранения повышенной кислотности почвы начали только в конце XIX века. Этот приём химической мелиорации называется известкованием почвы. Устраняют повышенную кислотность почвы внесением извести жжёной, гашеной или чаще всего углекислой в виде тонкого размолотого известняка. Ход реакции нейтрализации можно изобразить следующим образом:



Известкование оказывает разностороннее действие на свойства почвы, создаёт благоприятную среду для развития растений и жизнедеятельности полезных микроорганизмов. Ca, внесённый с известью, коагулирует почвенные коллоиды, улучшает структуру почвы и повышает её водопрочность. Пол влиянием извести улучшается аэрация и водопроницаемость, уменьшается возможность образования почвенной корки и значительно облегчается обработка почв тяжёлого гранулометрического состава.

При внесении в почву научно обоснованных доз извести снижается содержание в почве подвижных соединений Al, Fe, Mn. Они переходят в нерастворимую форму и поэтому становятся безопасными для растений.

На известкованных почвах активизируется жизнедеятельность свободноживущих азотфиксирующих бактерий (азотобактер, клубеньковые бактерии, в результате чего повышается обогащение почвы N за счёт азота воздуха, улучшается деятельность нитрификаторов (*Nitrosomonas* и *Nitrobacter*). При известковании почвы усиливается минерализация органических соединений N до аммиака (NH_3) и его нитрификация, в почве накапливается больше нитратного N. В результате в почве улучшается азотное питание растений, особенно в первые годы после внесения извести.

Известкование подавляет вредные микроорганизмы, уменьшает поражение растений различными болезнями: капусты и других крестоцветных – килой, картофеля – фитофторой, ячменя – гельминтоспориозом. Однако при внесении высоких доз извести может усиливаться развитие не только полезных. Но и некоторых вредных микробов, таких, как возбудители парши у картофеля и фузариоза у льна.

При известковании почвы усиливается мобилизация фосфатов почвы, калий труднорастворимых минералов переходит в более подвижные соединения, в результате улучшается фосфорное и калийное питание растений.

Известкование оказывает положительное влияние на подвижность в почве и доступность для растений микроэлементов.

Внесение карбонатных удобрений способствует обогащению почвы Ca, а при использовании доломитовой муки – Mg. В большинстве почв Ca и Mg вполне достаточно для питания даже самых требовательных культур (табл. 11.8.)

Таблица 11.8.

Содержание Ca и Mg в основных типах почв, в %

Элемент	Типы почвы			
	дерново-подзолистые	серые лесные	чернозёмы	серозёмы
Ca	0,73	0,90	1,44	6,04
Mg	0,50	0,70	0,9	1,45

При известковании почвы важно установить оптимальную дозу извести в соответствии с особенностями почвы и возделываемых растений. В зависимости от значения pH солевой вытяжки и гранулометрического состава почвы можно порекомендовать следующие дозы извести (табл. 11.9.). Более точно полную дозу извести можно определить по гидролитической кислотности. Для вычисления извести (в т CaCO_3 на 1 га) в этом случае умножаем величину гидролитической кислотности (Hr), выраженную в мг.-экв./100г почвы на коэффициент 1,5. То есть, доза $\text{CaCO}_3 = \text{Hr} \times 1,5$ (т/га).

При использовании известковых материалов, в которые входит значительное количество примесей и крупных частиц (более 1 мм), делают соответствующую поправку.

Таблица 11.9.

Дозы извести в зависимости от $pH_{\text{сол.}}$ и гранулометрического состава почвы

Почвы	$pH_{\text{сол.}}$					
	<4,5-4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,2-5,4
	дозы CaCO_3 в т на 1 га					
Супесчаные и легкосуглинистые	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Среднесуглинистые и тяжелосуглинистые	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5

Иркутская область богата агрономическими рудами и минералами, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве, в том числе, для химической мелиорации почв. В области находится несколько месторождений известняка. Венгерское месторождение - находится в Тайшетском районе, вблизи железнодорожной магистрали Абакан – Тайшет (станция Саранчет). Слюдянское (Перевальское) месторождение мраморизированного известняка. Однако, следует учитывать, что это месторождение находится в водоохранной зоне озера Байкал. Увеличение объемов добываемого здесь сырья сдерживается экологическими ограничениями. Поэтому в перспективе возможно освоение соседнего (крупнейшего в Восточной Сибири) Быстринского месторождения низкомагнетитового мрамора, также расположенного в Слюдянском административном районе, но за пределами водосборного бассейна Байкала. Балансовые запасы по нему пока не подсчитаны, а прогнозные ресурсы предварительно оценены в 630 млн. т. Высококачественное карбонатное сырье данного месторождения можно использовать в химической, целлюлозно-бумажной, гидролизной, металлургической и других отраслях промышленности.

В Усть-Кутском районе, вблизи железнодорожной магистрали Тайшет-Лена (в 1-3 км к востоку от станции Каймоново), находится Каймоновское месторождение известняка.

Неблагоприятной реакцией, помимо кислых почв, отличаются почвы с высокими значениями pH – щелочные почвы. К ним относятся почвы, содержащие в поглощенном состоянии Na^+ . Щёлочность почвы может быть обусловлена присутствием в почвенном растворе солей Na_2CO_3 , NaHCO_3 , Na_2SiO_2 . $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Бикарбонат Na^+ обычно вызывает щёлочность почвы до pH 8-9 и более.

Щёлочность, как и кислотность, характеризуется актуальной и потенциальной щёлочностью. Актуальная щёлочность, выражается величиной pH , указывающей на концентрацию в растворе отдиссоциированных OH^- - ионов. Потенциальная щёлочность обнаруживается у почв, содержащих поглощенный Na^+ . При взаимодействии такой почвы с углекислотой, которая находится в

почвенном растворе, образуется сода. Потенциальную щёлочность выражают в мг.-экв./100г почвы.

Высокая щёлочность почвы является неблагоприятным явлением. Она приводит к пептизации почвенных коллоидов, к усилению их гидрофильности, нарушает нормальный ход протекания физиологических процессов у растений.

Устранение щёлочности в солонцовых почвах достигается применением гипса. Дозы гипса рассчитываются по количеству обменного Na^+ :



При образовании в растворе небольшого количества Na_2SO_4 он не оказывает вредного действия на растения.

В Иркутской области открыто около 40 месторождений гипса с промышленными запасами около 400 млн. т. Особое место занимает Уигинский гипсоносный район, расположенный в треугольнике Тыреть - Разъезд - Делюр-Первомайск. Гипс здесь залегает в виде пластов, линз и гнёзд среди нижнекембрийских доломитов и известняков. Мощность пластов колеблется от 1 до 25 м. Второе крупное месторождение Заларинское. Здесь прослеживается 2 пласта гипса: верхний мощностью 10-18 м и нижний 5-8 м.

В условиях достаточного обеспечения влагой CaSO_4 может быть для вытеснения Na^+ заменён хлористым Са – солью, значительно более растворимой, чем гипс.

Помимо гипсования, снижению щёлочности солонцов способствует применение кислых минеральных удобрений: суперфосфата, сульфат-аммония, а также навоза и других органических удобрений, основания которых (Са, Mg и др.) замещают обменный Na^+ .

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Основоположник учения о ПСП.
2. Происхождение, строение и свойства почвенных коллоидов.
3. Виды ПСП.
4. Виды поглощения почвой катионов.
5. Влияние обменных катионов на агрономические свойства почвы.
6. Значение коллоидов в почвообразовании и плодородии почв.
7. Значение ПСП.
8. Параметры ППК – определения, единицы измерения, наибольшие и наименьшие значения в основных типах почв России (подзолистые, дерново-подзолистые, дерново-карбонатные, серые лесные почвы, чернозёмы, каштановые почвы, солонцы).
9. В каких пределах колеблется реакция почвенного раствора?
10. С какой целью определяют актуальную, обменную и гидролитическую кислотности почвы?
11. Причины повышенной кислотности почвы.
12. Почему нежелательна повышенная кислотность почвы?
13. Мероприятия по устранению повышенной кислотности почвы.

14. Почему расчет извести проводят по гидролитической кислотности?
15. Причины повышенной щёлочности почв.
16. Виды щёлочности.
17. Мероприятия по устранению повышенной щёлочности почвы.
18. Месторождения извести и гипса в Иркутской области.

12. СТРУКТУРА ПОЧВЫ

Почва может находиться в двух состояниях – структурном и бесструктурном. При бесструктурном состоянии отдельные почвенные элементы, такие как пылеватые и илистые частицы, песчаные частицы, не скрепляются между собой, а находятся в раздельном состоянии. В структурной почве механические элементы скреплены в агрегаты. Таким образом, способность почвы распадаться на агрегаты той или иной величины и формы называют **структурностью**, а сами агрегаты (комочки, раздельности) различной формы и величины называют **структурой**. Принято различать три основных типа структуры:

- *кубовидная* – структурные отдельности развиты более или менее равномерно развиты по всем трем осям;

- *призмовидная* - структурные отдельности вытянуты вдоль вертикальной оси значительно больше, чем вдоль двух горизонтальных осей;

- *плитовидная* - структурные отдельности вытянуты вдоль вертикальной оси. Они резко укорочены и развиты преимущественно в горизонтальном направлении.

В настоящее время можно выделить следующее деление структуры: 1) мегаструктура, или глыбистая структура (более 10 мм), 2) макроструктура, или комковато-зернистая структура (10-0,25 мм), 3) микроструктура (менее 0,25 мм). Микроструктура, в свою очередь, подразделяется на грубую микроструктуру (структуру пыли – 0,25-0,01 мм) и тонкую микроструктуру (меньше 0,01 мм).

Микроструктура почв образуется: а) раздроблением макроструктурных отдельностей механическим разрушением под ногами животных, колёсами и гусеницами машин и сельскохозяйственных орудий,двигающихся по полю; б) измельчением комков при микробиологических процессах, связанных с минерализацией клеящих органических веществ в агрегаты и скрепляющих микроагрегаты в комок; 3) химическими изменениями в клеящих органических веществах макроагрегатов; 4) коагуляцией почвенных коллоидов.

Каждый вид структуры характерен для определённой почвы или горизонт профиля почвы, поэтому структура является важным генетическим признаком, позволяющим отнести почву к тому или иному типу. Например, ценная комковатая и зернистая структура характерна для верхних гумусовых горизонтов, поэтому в образовании структуры большая роль принадлежит, прежде всего, органическим коллоидам (гумусу). В целинных чернозёмах гумусовый горизонт имеет зернистую структуру, в дерново-подзолистых почвах – комковатую, в солонцах – листоватую или столбчатую.

Структура имеет большое значение для плодородия почвы. В структурной почве создаются лучшие условия для развития и проникновения корней, воды, воздуха, более активно протекают микробиологические процессы. Структурные почвы характеризуются благоприятными водным, воздушным, питательным и тепловым режимами. К числу важных преимуществ структурных почв, по сравнению с бесструктурными, является их большая устойчивость против эрозионных процессов. Под эрозией понимается разрушение почвы водой и ветром (дефляция). В засушливых районах сильные ветры могут выдуть много мелких частиц из почв и перенести их на далёкое расстояние. Ветры перемещают песчаные частицы тремя способами. Более мелкие частицы переносятся в качестве мелкой пыли на очень большие расстояния. Более крупные частицы ветер катит по поверхности почвы, а частицы среднего размера передвигаются скачкообразно, размер этих частиц лежит в пределах 0,05-0,5 мм, причём зерна размером 0,1-0,2 мм особенно активны. Водная эрозия связана с поверхностным стоком. Механически разрушенные водой комки почвы и взвешенные в воде частицы, проникая вглубь почвы, забивают поры фильтрации, особенно в верхнем слое почвы, что усиливает сток и разрушительную силу потоков. Всё, что увеличивает водопроницаемость почвы, её фильтрацию, будет уменьшать поверхностный сток, и следовательно, и водную эрозию.

Если в почве преобладают агрегаты размером от 1,0 до 3,0 мм, в большинстве случаев в почве можно обнаружить благоприятные для развития растений физические свойства. Наличие у почвы мелкокомковатой структуры оказывает большое влияние на различные свойства почвы и, в частности, на лесорастительные. Например, тяжёлая глинистая почва, которая в бесструктурном состоянии обладает небольшой водопроницаемостью, плохо проветривается и обладает весьма плохими лесорастительными свойствами. Почва с водопроходной мелкокомковатой структурой обладает хорошей водопроницаемостью, воздухопроницаемостью и является одним из лучших субстратов для произрастания леса.

Образование структурных отдельностей является достаточно сложным процессом, который в целинных почвах происходит в основном под воздействием корневой системы луговой травянистой однолетней и многолетней растительности. Корневая система трав, кустарников, деревьев, разветвляется и механически расчленяет почвенную массу на комочки, при этом каждый почвенный комочек окружён сетью корешков. После отмирания и разложения корневой системы образуется свежий гумус, который пропитывает почвенные отдельности и, таким образом, их скрепляет. Находящийся в почве Са коагулирует гумусовые вещества, переводит их в нерастворимую в воде форму, что придаёт прочность почвенным комочкам. Чем гуще в почве корневая система, чем больше в почве корней и они глубже проникают в почву, тем эффективнее процессы образования структуры.

Следует учесть, что разрушение структурных отдельностей – это неизбежный процесс, который происходит под воздействием целого ряда факторов: механических, химических, биологических.

Факторы разрушения почвенной структуры

Механические. К ним относится воздействие сельскохозяйственной техники (трактора, сельскохозяйственные орудия, автомобили), а также животных, дождевых или оросительных капель воды, падающих на не защищённую растительностью поверхность почвы, особенно весной или осенью после зяблевой вспашки, а на паровых полях – в течение всего вегетационного периода. Значительно разрушает структуру почвы её обработка во влажном или сухом состоянии, а также воздействие тяжёлых колёсных тракторов и комбайнов.

Химические. Воздействие на коллоиды, входящие в состав структурных отдельностей, одновалентных катионов Na^+ , K^+ и NaH_4^+ , которые поступают в почву вместе с минеральными удобрениями.

Биологические. К ним относится деятельность микроорганизмов, участвующих в минерализации гумуса. В результате агрегаты распадаются на механические элементы или становятся непрочными.

Мероприятия по восстановлению и сохранению структуры

Сохранение и создание прочной структуры является важной задачей на пахотных почвах, так как только структурная почва может обладать высоким плодородием. Основными мероприятиями по сохранению и восстановлению почвенной структуры являются следующие:

- возделывание в севообороте многолетних трав – бобовых или смеси бобовых и злаковых, развивающих густую корневую систему;
- систематическое внесение в почву органических удобрений (навоза, компостов, сидератов), влияющих на содержание гумуса в пахотном слое. Агрегаты почвы, образованные при участии биологических процессов, ценны не только тем, что они водопрочны и пористы, но и богаты запасами питательных веществ;
- химическая мелиорация почв, имеющих кислую или щелочную реакцию;
- обработка почвы в состоянии физической спелости (вспашка, культивация и др.), при которой почва хорошо крошится;
- оструктурирующее воздействие корневой системы однолетних зерновых и зерновых бобовых культур;
- наземные и корневые остатки сельскохозяйственных растений, являющихся сырьём для образования гумуса и источником обменных оснований;
- минимализация обработки почвы, в результате чего снижается механическое разрушение почвенных агрегатов.

В перспективе создание структуры в почвах возможно с помощью внесения в неё небольшого количества клеящих веществ – структурообразователей (крилиумов), в основном, это производные трех органических кислот: акриловой, метакриловой и малеиновой. Эти соединения применяют в небольших дозах (0001-0,05% от массы почвы). Анализ литературных данных показывает, что там, где почвы имеют неудовлетворительный физический режим и где плохая урожайность сельскохозяйственных культур, внесение крилиумов, улучша-

ет физические условия в почве, и вызывает повышение урожайности растений. Например, на солонцовых почвах, обладающих плохим физическим режимом, структурообразующие вещества резко увеличивают продуктивность пшеницы, с успехом заменяя гипсование почвы. Цементирующая способность „крилиумов”, как было отмечено в работах Н.А. Качинского, «проявляется в несколько раз сильнее при закреплении уже имеющихся в почве агрегатов по сравнению с закреплением агрегатов вновь созданных из распыленной массы почвы. Поэтому значение рациональной обработки, не распыляющей почвы, полностью сохраняет свою силу и в случае оструктурирования почв с помощью кондиционирующих веществ».

По простоте изготовления и обширности сырьевой базы из структурообразующих веществ в нашей стране можно использовать торфяной клей, об этом ещё в пятидесятые годы прошлого века писал академик А.Ф. Иоффе. Учёный отмечал, что его производство можно организовать на базе местных запасов торфа и на неиспользуемых остатках промышленных торфоразработок. При промышленных методах производства торфяного клея его возможно изготавливать и в виде порошка, и в виде мелких гранул в смеси с суперфосфатом.

Существенное влияние на структуру почвы оказывают дождевые черви, об этом одним из первых писал Чарльз Дарвин. (В конце 1881 года вышел классический научный труд Ч. Дарвина "Образование растительного слоя Земли деятельностью дождевых червей и наблюдения над их образом жизни"). Дождевые черви пропускают через свой пищеварительный тракт почву, склеивают их слизистыми выделениями своего кишечника и выбрасывают наружу в виде небольшого размера водонепроницаемых агрегатов (капролитов). Следует учесть, что дождевые черви предпочитают хорошо гумусированные почвы.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Назовите причины утраты почвенной структуры.
2. Перечислите типы и виды структуры почвы.
3. Значение структуры в плодородии почвы.
4. Какая структура для большинства растений является оптимальной?
5. Факторы разрушения почвенной структуры.
4. Мероприятия обеспечивающие сохранение и создание агрономически ценной структуры?
5. Значение дождевых червей в образовании структуры почвы.

13. ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Физические свойства почвы и физические процессы, протекающие в ней, оказывают огромное влияние на плодородие почв, рост и развитие растений. Развитие физики почв началось ещё в XIX веке, а первые сведения о физических свойствах почвы встречаются в письменных документах глубокой древности. Основателями физики почв в нашей стране были М.Г. Павлов, П.А.

Костычев, А.А. Измаильский, Г.Н. Высоцкий и др. В советское время наиболее видная роль в оформлении физики почв в самостоятельную научную дисциплину принадлежит А.Г. Дояренко, Н.А. Качинскому и другим учёным.

Физические свойства почв можно подразделить на общие физические и физико-механические. К числу общих физических свойств относятся плотность твёрдой фазы (удельный вес), плотность сложения (объёмный вес) и пористость (скважность). Из физико-механических свойств наиболее важны пластичность, липкость, усадка, набухание, связность, твёрдость и сопротивление обработке.

Плотность твёрдой фазы – это отношение массы твёрдой фазы почвы к массе равного объёма воды при 4°С. Плотность твёрдой фазы зависит от минералогического состава почвы (от содержания обломочных, глинистых, новообразованных минералов) и содержания в ней органического вещества. Такие наиболее распространённые обломочные минералы, как кварц, полевые шпаты, имеют плотность 2,5-2,7, менее распространённые породообразующие минералы – слюды, амфиболы, пироксены – 2,7-3,3. Плотность глинистых минералов около 2,6, у новообразованных минералов – 2,3 (гипс) – 4,0 (гидрогетит). Плотность перегнойной составляет 1,4-1,8, верхних горизонтов почвы, богатых перегноем – 2,4-2,6, в лесной подстилке и в степном войлоке она понижается до 1,4-1,8. Плотность твёрдой фазы нижних горизонтов почвы, в которых содержится незначительное количество органического вещества, составляет 2,6-2,7

Частицы, из которых состоит почва, могут лежать более плотно или более рыхло. Плотность их сложения принято характеризовать плотностью сложения почвы. **Плотностью сложения** почвы называется вес почвы в граммах 1 см³ почвы, взятой в её естественном сложении, или это масса единицы объёма сухой почвы в естественном (ненарушенном) сложении. Она колеблется от 0,9 до 1,8 г/см³.

Объёмный вес почвы бывает обычно минимальным в верхних, гумусовых горизонтах, обычно он равен 1,0-1,2 г/см³, а в чисто органогенных горизонтах - в лесных подстилках и в торфах - он падает от 0,2 до 0,4 г/см³. В минеральных горизонтах величина возрастает до 1,3-1,6 г/см³. Под воздействием сельскохозяйственных машин плотность пахотного слоя может увеличиться до 1,35-1,55 г/см³ и более. При этом переуплотняется не только верхний пахотный слой, но и подпахотный слой профиля почвы. Переуплотнённая почва в сухом состоянии оказывает большое сопротивление корням растений. При этом разрушается почвенная структура, значительно уменьшается диаметр пор, что затрудняет проникновение в пахотный слой почвы воды и воздуха, ухудшается жизнедеятельность микроорганизмов, а в итоге, снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Переуплотнение пахотного слоя сказывается на суглинистых почвах в течение 2-3 лет, оно медленно снижается даже при многократной последующей обработке. Особенно сильно переуплотняется почва под воздействием тяжёлых колёсных тракторов и комбайнов. Например, снаряжённая масса трактора К-701 («Кировец») составляет 13,5 т, комбайна «Дон» в полной комплектации – 13 т. предотвращение переуплотнения пахотного слоя почвы является серьёзной задачей. Решить её можно, используя гусеничные трактора,

сокращая число проходов по полю машинных агрегатов, сдваивая колёса передних и задних осей тракторов, оборудуя сельскохозяйственные машины широкопрофильными шинами и т.д.

Оптимальная плотность пахотного слоя в суглинистых почвах для большинства сельскохозяйственных растений составляет 1,0-1,2 г/см³. При этих значениях плотности в почве создаются наиболее благоприятные условия для развития корневой системы растений, что отражается на их прорастании, росте и развитии.

Пористостью (порозностью), или **скважностью** почв называется суммарный объём всех пор, выраженный в процентах от общего объёма почвы. Различают пористость общую, внутриагрегатную (капиллярную) и межагрегатную (некапиллярную). В разных типах почв и почвенных горизонтах величина общей пористости и её видов значительно отличается (табл. 13.1.).

Таблица 13.1.

Пористость почвы, % (по Н.А. Качинскому)

Почва	Горизонт, глубина, см	Пористость		
		общая	внутриагрегатная	межагрегатная
Дерново-среднеподзолистая суглинистая (Московская область)	A ₁ 0-12	49,04	32,61	16,43
	A ₂ 20-32	47,55	32,27	15,28
	B ₃ 85-110	34,10	23,78	10,32
Выщелоченный легкосуглинистый чернозём (Курская область)	A 0-4	63,86	40,54	23,32
	A 10-14	61,17	39,30	21,87
	B ₁ 50-59	58,93	36,43	22,50
	B ₂ 80-84	57,85	36,03	21,82

Значение пористости необходимо для оценки воздушных свойств почвы (табл. 13.2.).

Таблица 13.2.

Оценка пористости почв (по Н.А. Качинскому)

Общая пористость в вегетационный период для суглинистых почв, %	Качественная оценка пористости
>70	почва вспушена – избыточно пористая культурный пахотный слой – отличная удовлетворительная для пахотного слоя неудовлетворительная для пахотного слоя характерна для уплотнённых иллювиальных горизонтов – чрезмерно низкая
65-55	
55-50	
<50	
40-25	

У большинства почв величина скважности составляет 40-60%, а на свежевспаханных почвах она достигает 70 - 80%. Оптимальные условия в почве создаются, если 40% объёма пор занято водой, а 60% воздухом. Пористость

почвы значительно зависит от содержания гумуса, структуры, гранулометрического состава. В верхней части профиля почвы пористость больше, а с глубиной она уменьшается. Обычно пористость в верхних гумусовых горизонтах почвы составляет 55-70%, в органогенных горизонтах – лесных подстилках и торфах даже до 90%. а в нижних горизонтах – 35-50%.

Пористость оказывает существенное влияние на рост растений, так как от неё зависит рыхлость и степень аэрируемости почвы. Следует отметить значение крупных трещин, ходов корней и роющих животных. Эти пустоты имеют большое значение для проникновения в почву, особенно в её глубокие горизонты, корневой системы растений. По таким ходам в почву легче проникает влага и воздух. Определить пористость почвы можно с помощью значений плотности твёрдой фазы и плотности сложения почвы по следующей формуле, где P – пористость, %; V - плотности сложения, $г/см^3$; D - плотности твёрдой фазы:

$$P = (1 - V/D) \times 100$$

К наиболее важным физико-механическим свойствам почвы относятся пластичность, липкость, усадка, набухание, связность, твёрдость и сопротивление при обработке. Некоторые физико-механические свойства почв (пластичность, липкость, усадка, набухание) преимущественно обусловлены содержанием в них глинистых частиц. При этом важное значение имеет состав глинистых минералов (табл. 13.3.).

Таблица 13.3.

Набухание глинистых минералов (по Н.И. Горбунову)

Минерал	Набухание, % к первоначальному объёму
Монтмориллонит	96
Гидрослюда	12
Каолинит	4,5
Кварц	0

Пластичностью называется способность почвы изменять свою форму под влиянием какой-либо внешней силы с сохранением при этом сплошности. Пластичность, в первую очередь зависит от гранулометрического состава почвы. Число пластичности у глинистых почв – >17 , суглинистых – $7-17$, супеси – <7 , пески непластичны – 0 .

Липкость (прилипание) почв и грунтов обусловлена наличием в них илистых частиц ($0,001-0,0001$ мм) и воды. Выражается в $г/см^2$. Сухая почва липкостью не обладает. С увеличением влажности липкость сначала увеличивается, а затем начинает уменьшаться.

Усадка – это способность почв и рыхлых пород уменьшать объём при высыхании. Выражается в объёмных % по отношению к исходному объёму. Величина усадки зависит от гранулометрического и минералогического состава

почвы. Чем тяжелее почва по гранулометрическому составу, при прочих равных условиях, тем больше усадка.

Набухание – свойство почвы увеличивать объём при увлажнении. Выражается в объёмных %. Величина усадки и набухания в основном зависят от глинистых минералов, входящих в состав почвы, и состава обменных катионов. Набухаемость почв, насыщенных одновалентными катионами (Na^+ , Li^+), значительно больше, чем насыщенность многовалентными катионами.

Связностью почв и грунтов называется их способность сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить частицы почвы или грунта. Связность обусловлена силами сцепления между частицами почвы и грунта, она зависит от коллоидных частиц и влаги.

Твёрдостью почвы называется сопротивление, которое она оказывает проникновению в неё под давлением тела определённой формы: шара, конуса, цилиндра и др. Твёрдость выражается в $\text{кг}/\text{см}^3$, определяется приборами - твёрдомерами.

Удельное сопротивление почвы – усилие, затрачиваемое на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую поверхность. Выражается удельное сопротивление в $\text{кг}/\text{см}^2$. В зависимости от гранулометрического состава почвы, физико-химических свойств, влажности этот показатель изменяется от 0,2 до 1,2 $\text{кг}/\text{см}^2$.

Общие физические и физико-механические свойства влияют на многие агрономические свойства почвы, например, на наступление физической спелости почвы. Спелость почвы – это готовность почвы к обработке. Физической спелостью почвы называется такое состояние, когда при обработке она крошится на комочки. Почвы необходимо обрабатывать в состоянии физической спелости. На основе данных о физико-механических свойствах почв решаются вопросы о системе почвообрабатывающих орудий, о возможности использования определенных марок тракторов, уточняются агротехнические приемы и многие другие вопросы. В свою очередь, физические и физико-механические свойства почв могут изменяться при сельскохозяйственном их использовании в результате агротехнического, химического и биологического воздействия. Так, при посеве многолетних трав, внесении удобрений, особенно органических, известковании кислых почв или гипсовании солонцеватых почв и солонцов физические и физико-механические свойства почв улучшаются.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Учёные, внесшие заметный вклад в изучение физические и физико-механических свойств почвы.
2. Что называется плотностью твёрдой фазы, плотностью сложения, пористостью почвы? От чего зависят эти свойства? Их оптимальные значения?
3. Перечислите физико-механические свойства почвы.
4. От каких факторов зависят физико-механические свойства почвы?
5. Объясните, почему физические и физико-механические свойства почвы являются показателями её плодородия.

- б. Мероприятия, направленные на улучшение физических и физико-механических свойств почвы.

14. ВОДНЫЕ СВОЙСТВА И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Вода является одним из важнейших факторов плодородия почвы и урожайности растений. Причем в почвенных процессах и в создании агрономически важных свойств почвы она имеет разное значение. Например, с содержанием воды в почве связаны скорость выветривания и почвообразования, интенсивность проявления химических, физико-химических и биологических процессов. С водой связано передвижение веществ в почве. Степень увлажнения оказывает большое влияние на формирование почвенной структуры, на физико-механические свойства, на качество обработки.

Все жизненные процессы в растениях протекают нормально только при достаточном насыщении их клеток водой. В воде растворяются питательные вещества, которые с почвенным раствором поступают в растения. Сухие семена не прорастают. При недостатке влаги в почве растения плохо развиваются и дают низкий урожай. В составе растений содержится 80-90%. В процессе своей жизнедеятельности растения тратят огромное количество воды. Для создания единицы веса сухого вещества растения затрачивают от 300 до 1000 и более частей воды (табл. 14.1.). Вот почему в засушливых районах и областях низкие урожаи сельскохозяйственных культур в большинстве случаев связаны с недостаточным их водоснабжением. Вода в почве необходима и для жизнедеятельности микроорганизмов.

Таблица 14.1.

Средний расход воды на образование 1 г сухого вещества

Растения	Расход воды на образование 1 г сухого вещества
Просо	300
Кукуруза	370
Ячмень	520
Пшеница	540
Гречиха	578
Овёс	580
Подсолнечник	600
Рожь	630
Картофель	640
Клевер луговой	640
Горох	778
Люцерна	840
Кострец безостый	1016

Главным (первым) источником воды в почве являются атмосферные осадки (жидкие, твёрдые). Второй источник воды – парообразная влага припочвенных слоёв атмосферы. При понижении температуры эта влага конденсируется и становится доступной для растений. Этот источник играет важное значение в районах с жарким и сухим климатом. Третий источник – грунтовые воды, если они залегают не глубже 3-5 м от поверхности почвы.

В районах орошаемого земледелия главным источником воды служат ирригационные воды. Актуальность ирригации очевидна, поскольку дефицит осадков в России наблюдается на 80% всей пашни. Основные площади орошаемых земель сосредоточены в засушливых районах страны. К ним относятся: Нижнее и Среднее Поволжье, Заволжье, Северный Кавказ и Краснодарский край, Крымский полуостров, Западная и Южная Сибирь, Забайкалье и Дальний Восток.

К традиционным регионам ирригационного земледелия относятся Саратовская, Волгоградская, Астраханская области, Татарстан и Калмыкия. Засушливое лето здесь было и остается нормой. Немыслимо без орошения земледелие на Северном Кавказе и в Краснодарском крае из-за незначительного количества выпадающих там осадков. Актуальным на сегодня является ирригация крымской степной зоны в связи с проблемами водозабора из Северо-Крымского канала. Кроме того, требуют полива овощные, плодовые, кормовые культуры, луга и пастбища в районах, которые ранее не знали засухи. Это Алтайский край, Центрально-Чернозёмный регион и некоторые территории Нечерноземья.

По данным статистики, сегодня в России на мелиорированные земли приходится 8% от общей площади пахотных земель, которые дают около 15% валового производства продукции. С использованием ирригационной системы земледелия производится около 70% овощей, 100% риса, более 20% кормовых культур. В условиях орошения выращивают в основном зерновые (пшеница, кукуруза, просо, рис и др.), зернобобовые, технические (подсолнечник, хлопчатник, и др.), овощи, плодовые, а также различные виды грубых и сочных кормов. Широко распространено ирригационное земледелие в Средне Азии.

Вода, находясь в порах почвы, обладает огромной поверхностью взаимодействия с твердой фазой почвы. Это существенно влияет на поведение влаги в почве, на её свойства и доступность растениям.

Влагообеспеченность растений определяется не только общим запасом воды в почве, но и тем, как эта вода связана с ее твердой частью. Различают несколько видов или категорий воды, различных по степени подвижности и доступности растениям. Это кристаллизационная, твердая, парообразная, связанная, рыхлосвязанная и свободная вода.

Кристаллизационная вода – это вода, входящая в структуру кристаллов некоторых веществ, называемых кристаллогидратами. Содержание кристаллизационной воды отвечает определённым химическим формулам, например, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и т. д. Кристаллизационная вода для растений недоступна.

Твёрдая вода (лёд) - является потенциальным источником жидкой и парообразной воды, в которую он переходит в результате таяния и испарения. Появление воды в форме льда может иметь сезонный (сезонное промерзание почвы) или многолетний («вечная» мерзлота) характер. Поскольку почвенная вода — это всегда почвенный раствор, температура замерзания воды в почве ниже 0°C. Твёрдая вода для растений недоступна.

Парообразная вода. Эта вода содержится в почвенном воздухе в форме водяного пара. Одна и та же почва может поглощать различное количество паров воды из атмосферного воздуха. Парообразная вода в почве передвигается в ее поровом пространстве от участков с высокой упругостью водяного пара к участкам с более низкой упругостью (активное движение), а также вместе с током воздуха (пассивное движение). Парообразная вода играет очень важную роль для растений в засушливых климатических зонах, например, в пустынях.

Физически связанная, или сорбированная, вода. К этой категории относится вода, сорбированная на поверхности почвенных частиц, обладающих определенной поверхностной энергией за счет сил притяжения, имеющих различную природу. При соприкосновении почвенных частиц с молекулами воды последние притягиваются этими частицами, образуя вокруг них пленку. Удержание молекул воды происходит в данном случае силами сорбции.

Молекулы воды могут сорбироваться почвой как из парообразного, так и из жидкого состояния. Связанная вода подразделяется на прочносвязанную (гигроскопическую) и рыхлосвязанную (плёночную) воду. Гигроскопическая вода для растений недоступна. Плёночная вода находится как бы в вязкой форме, поэтому она ограничено доступна для растений.

Свободная вода. Вода, которая содержится в почве сверх рыхлосвязанной, находится уже вне области действия сил притяжения со стороны почвенных частиц (сорбционных) и является свободной. Отличительным признаком этой категории воды является отсутствие ориентировки молекул воды около почвенных частиц. В почвах свободная вода присутствует в капиллярной и гравитационной формах. Для растений свободная влага доступна.

В почву поступает меньше влаги, чем выпадает её в виде осадков. Некоторая часть осадков задерживается растительностью, особенно кронами древесных растений.

Важными водными свойствами почв являются: водопроницаемость, влагоёмкость, водоподъёмная способность, влажность, испаряющаяся способность.

Водопроницаемостью почвы называют её способность впитывать и фильтровать влагу. Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структуры и степени увлажнения почвы.

Влагоёмкость почвы – это количество воды, которое способна удержать почва. В зависимости от того, в какой форме находится удерживаемая почвой влага, различают полную, капиллярную, полевую влагоёмкость.

Полная или наибольшая влагоёмкость – наибольшее количество влаги, которое может находиться в почве при полном заполнении всех пор водой. Она зависит от пористости почвы. Вычисляют полную влагоёмкость (в % сухой почвы) по формуле:

$$W=P/V$$

P – пористость, % объёма почвы;

V – плотность сложения, г/см³.

Капиллярная влагоёмкость количество воды, которое может удержать почва при полном насыщении капилляров.

Полевая или наименьшая влагоёмкость – это наибольшее количество подвешенной влаги, которое может удержать почва. В полевых условиях такое состояние увлажнения наблюдают после стекания гравитационной воды при отсутствии подпора грунтовых вод.

Все виды влагоёмкости зависят от гранулометрического состава, структуры почвы и содержания гумуса. Влагоёмкость возрастает с переходом от лёгких почв к тяжёлым, от бесструктурных к структурным и от малогумусированных к хорошо гумусированным почвам.

Водоподъёмная способность – способность почвы поднимать влагу по капиллярам. Скорость и высота подъёма воды зависят, в первую очередь, от гранулометрического состава почвы. В почвах лёгкого гранулометрического состава (песчаные и супесчаные) вода поднимается по капиллярам быстро, но не высоко. В почвах тяжёлого гранулометрического состава (суглинистые и глинистые) вода по капиллярам поднимается медленно, но на значительную высоту.

Влажность – общее количество воды, содержащиеся в почве. Влажность является не постоянной величиной. В одной и той же почве она может колебаться от полной влагоёмкости в дождливую погоду до малых величин в период засухи. Влажность не отражает количества влаги, которая доступна для растений, так как её образует как продуктивный запас воды, так и недоступный (мертвый) запас воды.

Оптимальная влажность для обработки почвы - величина переменная. Она изменяется в широких пределах в зависимости от типа почвы и степени её оструктуренности, гранулометрического состава, угодья и скорости вспашки. Легкие почвы в сыром состоянии практически можно пахать во всем диапазоне их общей влагоемкости. Для тяжелых почв он колеблется от 60 до 90% относительной влажности. Чем структурнее почва, тем оптимальная влажность для обработки ее выше. Оптимум относительной влажности почвы повышается также, примерно, на 10% на пластовых культурах и на 5-10% при повышенных скоростях вспашки - до 7-8 километров в час (Н. А. Качинский, П.У. Бахтин).

Под *испаряющей способностью* почвы понимают способность почвы испарять влагу с поверхности. Это свойство почвы зависит от многих факторов: температуры почвы и приземного слоя воздуха, цвета, поверхности почвы, проективного покрытия растительностью, скорости ветра, рельефа.

Водный режим (баланс) почвы

Водный режим (баланс) почвы представляет собой совокупность явлений поступления влаги в почву и её расход из почвы. Водный баланс почвы можно выразить следующим уравнением (приход=расход):

$$O_c + ГрП + ПвП = Д + Исп + ПС + ВПС + ГрС$$

O_c – выпавшие осадки;

$ГрП$ – приток грунтовых вод;

$ПвП$ – приток поверхностных вод;

$Д$ – испарение (десукция) влаги растениями;

$Исп$ – испарение поверхностью почвы;

$ПС$ – поверхностный сток;

$ВПС$ – внутрипочвенный сток;

$ГрС$ – грунтовый сток.

В зависимости от баланса влаги выделяют следующие типы водного режима:

Промывной тип – ежегодное промачивание всей почвенно-грунтовой толщи до грунтовых вод.

Периодически промывной тип – сквозное промачивание почвенно-грунтовой толщи до грунтовых вод наблюдается не ежегодно.

Непромывной тип – характерной чертой является отсутствие сквозного, то есть до грунтовых вод промачивания почвенно-грунтовой толщи. Влага атмосферных осадков промачивает почву лишь на некоторую глубину: от нескольких см до нескольких метров (не глубже 3-4 м).

Выпотной тип – характерной чертой является превышение суммы десукции и испарения над суммой атмосферных осадков.

Мерзлотный – характерен для областей развития многолетней (вечной) мерзлоты. Почвенно-грунтовая толща в тёплый период оттаивает на глубину от нескольких см до 2-3 м. Глубже грунт всегда остаётся мёрзлым и водонепроницаемым.

Водозастойный – характеризуется накоплением избыточного количества влаги в верхней части профиля почвы. Подобный тип водного режима наблюдается во многих зонах и характерен для ярко выраженных понижений.

Водный режим играет большое значение в почвообразовании. От него зависит вымывание из верхней части профиля почвы растворимых в воде соединений. Минеральные соли, растворённые в грунтовых водах, поднимаются по капиллярам и накапливаются в верхней части профиля почвы, образуя солончаки (тип почвы, характеризующийся наличием в верхних горизонтах легко растворимых солей в количествах, препятствующих развитию большинства растений, за исключением галофитов). При близком залегании грунтовых вод или переувлажнения верхней части профиля почвы атмосферными осадками, происходит заболачивание.

Оценка влагообеспеченности территории проводится методом расчета. В основе лежит оценка не по среднемноголетнему количеству выпадающих

осадков, а положение, согласно которому степень увлажнения территории находится в прямой зависимости от количества осадков и в обратной – от испаряемости. Наиболее часто при расчетах используется коэффициент увлажнения (КУ), предложенный Г.Н. Высоцким и разработанный Н.Н. Ивановым:

$$КУ = p:f$$

Где: p – осадки за год, мм;

f – испаряемость за год, определяемая по испарению с поверхности водоёмов, мм.

В соответствии с этим коэффициентом выделяют зоны (табл. 14.2.):

Зона	КУ	Оценка
Избыточно влажная	>1,33	Осадки превышают испаряемость не только за год, но и за тёплый период. Широко распространён в субарктической зоне.
Влажная	1,33-1,00	Годовая сумма осадков превышает испаряемость, но в основной период вегетации испаряемость выше осадков. Зона тайги и лиственных лесов на подзолистых и бурых лесных почвах.
Полувлажная	1,00-0,77	КУ 1,0 свидетельствует о сбалансированности осадков и испарения; характерен для лесостепной зоны для серых лесных почвах и лесостепных чернозёмов.
Полузасушливая	0,77-0,55	Охватывает типичную степь на обыкновенных чернозёмах.
Засушливая	0,55-0,41	Степь на южных чернозёмах.
Очень засушливая	0,41-0,33	Степь на тёмно-каштановых и каштановых почвах.
Полусухая	0,33-0,22	Полупустынная зона на светло-каштановых почвах.
Сухая	0,22-0,12	Полупустынная зона на бурых почвах.
Очень сухая	0,12	Полупустынная зона на серо-бурых почвах.

Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК): $ГТК = 10 \times p : t$

Где: p – сумма осадков за период с температурами более 10°C ;

t – сумма температур за период с температурами более 10°C .

ГТК > 1,2 – влажная зона;

ГТК 1,2-1,0 – недостаточно влажная зона;

ГТК 1,0-0,8 – умеренно засушливая зона;

ГТК 0,8-0,6 – засушливая зона;

ГТК < 0,6 – сухая зона.

Отношение растений к влагообеспеченности

По отношению к водному режиму выделяют следующие основные экологические типы растений:

- гидрофиты – водные растения, прикрепленные к грунту и погруженные в воду только нижними частями. Обитают по берегам рек, озер, прудов и морей, а также на болотах и в заболоченных лугах.
- гигрофиты – растения, обитающие в местах с высокой влажностью воздуха и (или) почвы.
- мезофиты – наземные растения, которые приспособлены к обитанию в среде с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением почвы.
- ксерофиты - растения сухих мест обитания, способные переносить продолжительную засуху и воздействие высоких температур («засухоустойчивые»).

Большинство сельскохозяйственных растений являются мезофитами. Среди культурных форм типичных ксерофитов практически нет, они представлены дикорастущими видами.

Регулирование водного режима основано на учёте климатических и почвенных условий и потребности сельскохозяйственных растений в воде.

Улучшению водного режима слабодренированных территорий зоны достаточного и избыточного увлажнения способствуют планировка поверхности почвы и нивелировка микро- и мезопонижений, в которых весной и после летних дождей наблюдается длительный застой воды.

На почвах с временным избыточным увлажнением для удаления избытка влаги целесообразно с осени делать гребни. Высокие гребни способствуют увеличению физического испарения, а по бороздам происходит поверхностный сток воды за пределы поля.

Почвы болотного типа, а также минеральные заболоченные нуждаются в осушительных мелиорациях - устройстве закрытого дренажа или использовании открытых дрен для избыточной влаги.

Регулирование водного режима почв во влажной зоне с большим количеством годовых осадков не ограничивается осушительной направленностью. В ряде случаев, например на дерново-подзолистых почвах, летом проявляется недостаток влаги и потребность в дополнительном количестве воды. Эффективное средство улучшения влагообеспеченности растений в Нечерноземье - двустороннее регулирование влаги, когда избыток влаги отводится с полей по дренажным трубам в специальные источники и при необходимости подает на поля по тем же трубам или дождеванием.

Все приемы окультуривания почвы (создание глубокого пахотного слоя, улучшение структурного состояния, увеличение общей пористости, рыхление подпахотного горизонта и др.) повышают ее влагоёмкость и способствуют накоплению и сохранению продуктивных запасов влаги в корнеобитаемом слое.

В зоне неустойчивого увлажнения и засушливых районах регулирование водного режима направлено на максимальное накопление влаги в почве и на рациональное ее использование. Один из наиболее распространённых способов влагонакопления - задержание снега и талых вод. Для этого используют стерню, кулисные растения, валы из снега и др. Для уменьшения поверхностного стока воды применяют зяблевую вспашку поперёк склонов, обвалование, прерывистое бороздование, щелевание, полосное размещение культур, ячеистую обработку почвы и другие приёмы.

Исключительная роль в накоплении почвенной влаги принадлежит полезащитным лесным полосам. Предохраняя снег от сдувания в зимнее время, они способствуют увеличению запасов влаги в метровом слое почвы к началу вегетационного периода на 50-80 мм и до 120 мм в отдельные годы. Под влиянием лесных полос сокращается непродуктивное испарение влаги с поверхности почвы, что также улучшает водообеспеченность полей. Наиболее эффективны ажурные и продувные лесные полосы.

Узкие лесные полосы (лесополосы) создаются среди более или менее обширных безлесных пространств, чаще всего среди полей. Они располагаются на расстоянии 300-1000 м друг от друга при ширине полосы от 10 до 30-60 м.

Лесные полосы создают обычно в лесостепных и степных областях с непромывным типом водного режима и с глубоко (от 10 и более метров) залегающими грунтовыми водами.

1. Особенность водного режима таких полос – значительное накопление в них снега в зимнее время. Накопление происходит в результате сноса снега ветром с соседних полей, во время снеготаяния поля между полосами получают больше влаги, чем поля, на которых нет лесополос.

2. Под лесными полосами за счёт снега, скопившегося в сугробах, происходит более глубокое промачивание почвы.

3. Продуваемые полосы имеют преимущества перед не продуваемыми. Концентрация снега в не продуваемых полосах хорошо обеспечивает влагой их самих и создаёт условия для питания грунтовых вод. Но накопление снежных сугробов около не продуваемых полос может вызвать размыв почвы вдоль полосы, если она направлена вдоль склона.

4. Лесные полосы способствуют не только задержанию и накоплению снега, но и задержанию талых и ливневых вод, стекающих с соседних полевых участков. Лесополоса действует, как губка, она обрывает поверхностный сток. Особенно большое значение такой обрыв поверхностного стока имеет на краю оврагов, так как благодаря этому предотвращается размыв и смыл склонов.

Следует помнить, что приовражные полосы своё противэрозионное и почвозащитное действие в полной мере могут осуществлять лишь в том случае, если они входят в систему полос, расположенных выше по склону, которые предотвращают возникновение поверхностного стока. Приовражные полосы целесообразно делать многорядными и широкими.

5. Лесные полосы влияют на климат межполосных пространств. Они уменьшают скорость ветра в приземном слое воздуха. Это особенно важно в

районах распространения суховеев. Понижение скорости ветра предотвращает развеивание почв и, в частности, снижает вероятность возникновения чёрных бурь. Ветрозащитное действие лесных полос простирается на расстояние 20-30-кратное высоте полосы.

6. Испаряя влагу, находящуюся в нижних слоях почвенно-грунтовой толщи, лесные полосы повышают влажность воздуха в межполосных пространствах, что также благотворно действует на растения, произрастающие на открытых пространствах.

7. Повышение влажности воздуха приводит к уменьшению испарения влаги из почвы.

Создание лесных полос, называемых полезащитными лесными полосами, было предложено В.В. Докучаевым как одна из главных мер регулирования водного режима и борьбы с засухами на юге.

Большое значение в улучшении водного режима почв имеют введение чистых и особенно черных паров. Наибольший эффект чистого пара как агротехнического приема накопления влаги, проявляется в степной зоне и южной лесостепи. Весьма эффективным средством повышения запасов продуктивной влаги являются кулисные пары.

Накоплению и сохранению влаги в почве способствуют многие агротехнические приёмы.

Значение чистых паров сводится к исключению расходования влаги из почвы путем транспирации растений в течение вегетационного периода или части этого периода, что позволяет накопить влагу в почве и компенсировать недостаточное количество осадков. Зонай наибольшей эффективности чистых паров, где ко времени сева озимых зерновых культур продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см накапливается на 70-110 мм больше, чем на непаровых полях, является зона недостаточного увлажнения черноземных почв.

Применение ранней зяблевой вспашки уменьшает весенний поверхностный сток, по данным М.И. Л-в 2 раза. Уменьшению стока способствует также осеннее щелевание почв. По данным Г.П. Сурмач, этот прием сокращает сток под многолетними травами и на пастбищах от 8-10 до 20-30 мм. В Центрально-Черноземном районе лункование зяби увеличивало запасы влаги в метровом слое на 24-28 мм по сравнению с обычной вспашкой, сокращая в 2-2,5 раза поверхностный сток.

Поверхностное рыхление почвы весной или закрытие влаги боронованием позволяет избежать ненужных потерь ее в результате физического испарения. Послепосевное прикатывание почвы изменяет плотность поверхностного слоя пахотного горизонта по сравнению остальной его массой. Создавшаяся разность плоскостей почвы вызывает капиллярный подток влаги из нижележащего слоя и способствует конденсации водяных паров воздуха. В сочетании с увеличением контакта семян с почвенными частицами все явления, связанные с прикатыванием, усиливают прорастание семян и обеспечивают потребность растений в воде ранней весной. Применение минеральных и органических удобрений способствует более экономному использованию влаги. В овощевод-

стве для сохранения влаги широко применяют мульчирование почвы различными материалами.

Кулисы из высокостебельных однолетних растений также способствуют накоплению влаги за счет задержанного снега. Например, в засушливых районах кулисы подсолнечника увеличивают запасы продуктивной влаги в почве к весне более чем на 40 мм (400 т воды на 1 га).

Уменьшают непродуктивное испарение с почвы ее мульчирование и укрытие пленкой.

В пустынно-степной и пустынной зонах основной способ улучшения водного режима - орошение. При орошении борьба с непродуктивными потерями воды имеет особо важное значение в целях предотвращения вторичного засоления. В комплексе мероприятий по улучшению водообеспеченности растений в различных зонах важно предусматривать улучшение водных свойств почв, их структурного состояния.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Значение воды в жизни растений.
2. Значение воды в почвообразовании.
3. Источники воды в почве.
4. Назовите формы воды в почве.
5. Назовите водные свойства почвы.
6. Чем характеризуются водопроницаемость и водоподъемная способность почв? Какова их агрономическая роль?
7. Назовите виды влагоемкости почв. Чем они характеризуются?
8. Понятие о влажности почвы.
9. От каких факторов зависит испаряющаяся способность почвы?
10. Формула водного баланса.
11. Назовите типы водного режима почв. Чем они характеризуются?
12. Перечислите мероприятия по регулированию водного режима почв в районах избыточного увлажнения.
13. Перечислите мероприятия по регулированию водного режима почв в районах недостаточного увлажнения.
14. Роль лесных полос в регулировании водного режима.
15. Отношение растений к влагообеспеченности.

15. ВОЗДУШНЫЕ СВОЙСТВА И ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Почвенный воздух является важнейшей составной частью почвы. Это один из факторов жизни растений. Почвенный воздух – источник кислорода для дыхания корней растений, аэробных микроорганизмов и почвенной фауны.

Часть порового пространства, которая не занята влагой, заполнена воздухом. Поэтому содержание воздуха в почве зависит от режима влажности почвы. Между почвенным воздухом и внешней атмосферой существует постоянный обмен газами. Обмен совершается путём диффузии. Движение происходит от

точек с более высоким давлением к точкам с более низким давлением. Состав атмосферного и почвенного воздуха отличается (табл.15.1.).

Таблица 15.1.

Состав атмосферного и почвенного воздуха (в объёмных %)

Газы	Атмосферный воздух	Почвенный воздух
Азот (N ₂)	78,08	78,08-80,24*
Кислород (O ₂)	20,95	20,90-0,0
Аргон (Ar)	0,93	
Углекислый газ (CO ₂)	0,03	0,03-20,0
Все остальные	0,04	

*Азот+аргон

Почвенный воздух отличается от атмосферного более высокой концентрацией углекислоты и пониженной концентрацией кислорода. Объясняется это отличие тем, что в почве происходят процессы, при которых выделяется углекислот и поглощается кислород: дыхание корней растений и разложение органических остатков. Поэтому существует постоянный диффузный поток углекислоты из почвы в атмосферу и кислорода в обратном направлении. Скорость этих потоков зависит от влажности почвы. До тех пор пока она не превышает величины наименьшей влагоёмкости, газообмен совершается свободно и концентрация кислорода в почвенном воздухе мало отличается от концентрации в атмосфере, а концентрация углекислоты в почвенном воздухе редко повышается более чем до 1,5-2,0% под травянистой и до 4,0% под древесной растительностью.

В течение зимы состав почвенного воздуха постепенно приближается к составу атмосферного, а с началом вегетационного периода начинает всё больше и больше от него отличаться. Концентрация углекислоты в почвенном воздухе в профиле почвы обычно возрастает сверху вниз, наибольшей величины она достигает даже при хорошем газообмене над уровнем грунтовых вод.

Газообмен почвенного воздуха с атмосферным зависит от температуры, барометрического давления, уровня грунтовых вод, осадков, орошения, испарения, ветра.

В условиях сельскохозяйственного производства главный фактор, определяющий газообмен, - это физическое состояние почвы, которое зависит от её обработки.

Воздух в почве находится в различных состояниях: одна его часть совершенно свободна, другая растворена в воде и незначительная часть адсорбирована тонкими почвенными частицами.

Почвенный воздух - один из факторов жизни растений. Кислород воздуха необходим для прорастания семян, дыхания корней и микроорганизмов. Оптимальные условия для растений создаются при содержании кислорода в почвенном воздухе около 20%. Недостаток воздуха или кислорода в почве ухудшает жизнедеятельность аэробных микроорганизмов, что тормозит разложение орга-

нических остатков, освобождение элементов питания и ухудшает питательный режим почвы. Количество воздуха в почве и его состав зависят от воздухоёмкости и воздухопроницаемости.

Воздухоёмкость – способность почвы содержать то или иное количества воздуха. Она зависит от пористости и влажности почв. Чем легче почва по гранулометрическому составу или чем она структурнее, тем выше этот показатель. Воздухоёмкость уменьшается с увеличением влажности, так как часть пор занимает водой.

Воздухопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воздух. Она зависит от гранулометрического состава почвы и структуры. В целом количество воздуха может колебаться от 0 до 40 % объёма почвы.

Оптимальный воздушный режим имеет важное значение в жизни почвы, растений, микроорганизмов. При недостатке воздуха и избытке влаги в почве образуются закисные минеральные соединения (например, FeO), которые губительно действуют на корневую систему растений. При плохом газообмене почвенного воздуха с атмосферным в почве накапливаются восстановленные продукты (H_2S – сероводород, CH_4 – метан), которые подавляют развитие растений. Кроме того, при длительном переувлажнении почвы развиваются анаэробные процессы, происходит замедленное разложение органических остатков и образование заболоченных или болотных почв.

Рост и развитие растений зависят от содержания в почве питательных элементов, тепла, воды и воздуха. Соотношение между жидкой и газообразными фазами определяет её водно-воздушный режим. Наиболее благоприятный водно-воздушный режим складывается в структурных почвах, где вода и воздух не мешают друг другу. Если почва бесструктурна, улучшить её водно-воздушные режимы можно с помощью более частой обработки, при которой почва приобретает строение с благоприятным соотношением твёрдой, жидкой и газообразной фаз.

Регулирование воздушного режима почв достигается агротехническими и мелиоративными мероприятиями. Улучшение воздушного режима особенно необходимо в условиях избыточного увлажнения почвы. Осушение избыточно увлажнённых почв и создание оптимальных условий аэрации положительно сказывается не только на жизнедеятельности травянистых растений, но и лесных насаждений.

В связи с тем, что оптимальный воздушный режим в основном зависит от состояния увлажнения почвы, то приемы регулирования водного и других режимов являются и приемами регулирования воздушного режима. Таким образом, такие приемы, как окультуривание почв, регулирование их реакции, применение органических и минеральных удобрений, орошение или осушение почв, активизируют биологические процессы в почвах, повышают интенсивность дыхания в них при наличии доступной влаги. Важными приемами регулирования воздушного режима, особенно на малогумусных почвах тяжелого гранулометрического состава, являются создание глубокого пахотного слоя, рыхление подпахотного горизонта, ликвидация почвенной корки. Для мине-

ральных почв большое значение в создании оптимального воздушного режима имеет улучшение их гумусного состояния и структуры.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Чем отличается состав почвенного воздуха от атмосферного?
2. Значение почвенного воздуха для жизни растений, микроорганизмов и почвенной фауны.
3. Понятие о воздухоемкости, воздухопроницаемости.
4. От чего зависят воздухоемкость, воздухопроницаемость и газообмен почв?
5. Назовите способы регулирования воздушного режима почв.

16. ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА И ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Тепловой режим почв совместно с водным и воздушным режимами оказывает большое влияние на плодородие почвы и развитие растений. От температуры почвы зависят прорастание семян, жизнедеятельность корней и почвенной микрофлоры.

Источниками тепла в почве являются лучистая энергия (прямая и рассеянная радиация солнца, а также атмосферная радиация), тепло, получаемое почвой от воздуха, тепло, образующееся в результате разложения органических остатков, внутреннее тепло земного шара и тепло от радиоактивных процессов, происходящих в почве. Из пяти источников тепловой энергии три последние настолько малы, что ими можно пренебречь. Количество тепла, получаемого почвой из воздуха, также невелико. Таким образом, главным источником тепла является лучистая энергия солнца.

Заметное влияние на тепловой режим почвы оказывает лес. В летние месяцы он задерживает часть солнечной радиации, понижая температуру почвы, а в зимние месяцы, уменьшая излучение, способствует повышению температуры почвы. Лес влияет на глубину промерзания почвы. В лесу снеговой покров всегда более мощный, чем на безлесных пространствах. Поэтому замерзание почвы бывает менее длительным и менее глубоким. Особенно сильное влияние оказывает лес на температуру почвы в летние месяцы. Степень и глубина прогревания почвы зависят от её тепловых свойств: отражательной способности, удельной поверхности и теплопроводности.

Отражательная способность почвы – это способность почвы отражать лучистую энергию Солнца. Выражают её через альбедо. Альбедо – отношение отражённого количества лучистой энергии к общему её количеству. Почвы отражают от 15 до 45% энергии, поэтому альбедо может колебаться в широких пределах. Например, альбедо чернозёмов составляет 15%, влажной почвы 5-10%, сухой глинистой почвы 30%, светлого песка 35-40%, под полевыми культурами 10-25%, травяным покровом 20-25%, лесом 5-20%, свежеснеговым 79-90%.

Удельная теплоёмкость почвы – количество теплоты, которое необходимо для единицы массы почвы или единицы объёма почвы (1 кг или 1 м³) на 1 °С. Теплоёмкость выражают в джоулях на килограмм-кельвин - Дж/(кг К). Удельная теплоёмкость зависит от минералогического, химического состава, влажности почвы, от содержания в ней органического вещества.

Теплоемкость влажной почвы всегда выше теплоемкости сухой почвы. Это объясняется тем, что для нагревания 1 г воды на 1°С требуется тепла гораздо больше, чем для нагревания такого же количества почвенных минералов. Именно поэтому влажные почвы медленнее нагреваются, чем сухие, и более медленно охлаждаются. Медленнее нагреваются и глинистые почвы. Они считаются холодными, в то время как песчаные почвы с их невысокой теплоемкостью получили название теплых. Вместе с тем тяжелые почвы осенью гораздо медленнее охлаждаются и в холодное время имеют более высокую температуру, чем легкие.

Теплопроводность – способность почвы проводить тепло. Теплопроводность измеряется количеством теплоты в джоулях, которое проходит через площадь в 1 м² за 1 с при температурном градиенте 1 К/м. Наименьшей теплопроводностью отличается почвенный воздух, наибольшей - твердая фаза почвы, особенно ее минеральная часть. В связи с этим бесструктурные и плотные почвы имеют более высокую теплопроводность, чем рыхлые, с большим количеством пор аэрации. Затрудняется передача тепла от одних слоев почвы к другим и с увеличением содержания в ней органического вещества. Именно поэтому торфяно-болотные почвы отличаются значительно меньшей теплопроводностью, чем минеральные. Поэтому наименьшей теплопроводностью обладает сухой торф, а наибольшей – песок. Теплопроводность почв увеличивается по мере их увлажнения. В этом случае из почв вытесняется газообразная фаза и поры заполняются водой, которая способна пропускать тепло почти в 30 раз быстрее, чем воздух.

Тепловой режим играет большое значение в почвообразовании и плодородии почвы. Большую роль в тепловом режиме играет широтное положение местности, экспозиция склона, гранулометрический состав, структура почвы, содержание органического вещества и др.

Типы температурного режима почвы

Тип 1. Мерзлотный – характерен для областей с многолетней (вечной) мерзлотой. Средняя годовая температура почвы и температура почвы на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательные.

Тип 2. Длительносезоннопромерзающий. Длительность промерзания почвы не менее 5 месяцев. Глубина проникновения отрицательных температур превышает 1 м. Средняя годовая температура почвы обычно положительная. Температура почвы на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная.

Тип 3. Сезоннопромерзающий. Длительность промерзания почвы от нескольких дней до 5 месяцев. Глубина проникновения отрицательных темпера-

тур не более 2 м. Средняя годовая температура почвы положительная. Температура почвы на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная.

Тип 4. Непромерзающий. Промерзания почвы не наблюдается. Отрицательные температуры почвы отсутствуют или держатся не более нескольких дней. Температура почвы на глубине 0,2 м самого холодного месяца положительная.

Тепловой режим оказывает большое влияние на рост и развитие растений, на микробиологические процессы, протекающие в почве. Вместе с другими факторами он влияет на образование корневой системы и нарастание надземной вегетативной массы растений. Поэтому регулирование теплового режима является необходимым условием по повышению плодородия почвы. Борьба за лучший тепловой режим в разных климатических зонах имеет неодинаковую направленность. Так, в холодных северных районах она сводится к сбережению и накоплению тепла, к предупреждению повреждений растений от заморозков, а в южных жарких районах – к ослаблению перегрева почвы.

Накопление и сбережение тепла осуществляется внесением органических удобрений, оструктуриванием почвы, гребневыми посадками, мульчированием и т.д. Приемы регулирования теплового режима почв можно разделить на *пассивные*, не требующие материальных затрат, и *активные*, требующие определенных материальных затрат и человеческих усилий.

К *пассивным методам относятся*: посев растений (сельскохозяйственных культур) в оптимальные сроки, использование в хозяйствах агроклиматически районированных культур и отдельных их сортов, правильное использование элементов рельефа. Посев теплолюбивых растений (культур) в более поздние сроки при наступлении относительно устойчивых положительных температур и надлежащем прогревании почвы способствует более благоприятным условиям их роста. Районирование позволяет определить географические границы выращивания растений (возделывания культур), соответствующие их потребностям в тепле. Размещение более теплолюбивых растений (культур) на плато и южных склонах как лучше прогреваемых, а холодостойких — в низинах и на северных склонах позволяет лучше использовать мезоклимат.

К *активным методам регулирования теплового режима почв* и приземного слоя воздуха относятся такие агротехнические приемы, как посев и посадка растений на грядах и гребнях, обработка почвы, а также удаление избыточной почвенной влаги, мульчирование почвы, создание дымовых завес над поверхностью почвы и растениями, дополнительный обогрев почвы, создание полезащитных лесных полос, снегозадержание на полях.

Например, при создании в северных районах гряд и гребней почва в них лучше прогревается, легче избавляется от излишней воды. Разница температур почвы на гребнистой и ровной поверхности достигает 5°С на глубине 5 см и 2,5°С на глубине 10 см. Хотя в ночное время с поверхности гребней и гряд отдается больше теплоты, чем с ровной поверхности, все же тепловой баланс складывается более благоприятный.

Мульчирование почвы темнокветными материалами такими, как торф, перегной, скорлупа от кедровых орехов, кора сосны или лиственницы, опавшая хвоя, опилки лиственных пород, еловые и сосновые шишки, шелуха от семечек, бумага и др. - способствуют поглощению солнечной энергии и увеличению прихода тепла в почву. Вместе с тем, такие мульчирующие материалы уменьшают потери тепла ночью и одновременно уменьшают испарение почвенной влаги. Органические удобрения могут служить дополнительным средством обогрева почвы в районах с коротким теплым периодом и недостаточным поступлением солнечной радиации. Снегозадержание позволяет выгодно использовать физические свойства снега для уменьшения потерь теплоты из почвы. Специальными мерами по предупреждению заморозков служат дымовые завесы. В качестве дымообразующих средств используют дымовые шашки и костры. Дым и водяные пары в приземном слое воздуха предохраняют почвы от лучеиспускания и соответственно от переохлаждения. Для предохранения растений от заморозков и для сохранения тепла, там где это возможно, широко используют пленочные покрытия.

В южных районах для предупреждения перегрева почвы применяют различные приемы затенения почвы и растений, а также мульчирование почвы белыми материалами, усиливающими отражение солнечной радиации. В качестве мульчи может использоваться солома, скошенная трава, бумага и др. Орошение растений, особенно дождеванием, способствует охлаждению почвы и увеличивает расход тепла на испарение воды.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Значение теплового режима для почвообразования.
2. Значение теплового режима для плодородия почвы.
3. Охарактеризуйте тепловые свойства почв: теплопоглонительную способность, альбедо, теплоемкость, теплопроводность.
4. Назовите типы теплового режима почв.
5. Как влияют природные и антропогенные факторы на тепловой режим почв?
6. Приемы регулирования теплового режима почв в районах с недостаточной теплообеспеченностью?
7. Приемы регулирования теплового режима почв в районах с жарким климатом?

17. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

Под **химическим составом почвы** (макроэлементы и микроэлементы) обычно понимают элементный состав минеральной части почвы, а также содержание в ней гумуса, азота, углекислого газа и химически связанной воды. В состав почвы входят почти все известные химические элементы. При изучении полного валового состава почвы в ней определяют 11 элементов: Si, Al, Fe, Ca,

Mg, K, Na, S, P, Ti и Mn. Из них в почве преобладают Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, поэтому иногда при определении валового состава ограничиваются данными по их количеству (табл. 17.1.).

Таблица 17.1.

Средний химический элементарный состав земной коры и почв
(по А.П. Виноградову)

Элемент	Средний весовой %		Элемент	Средний весовой %	
	в земной коре	в почвах (на сырую почву)		в земной коре	в почвах (на сырую почву)
O	47,2	55,0	Ra	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-12}$
H	0,15	5,00	P	$7,8 \cdot 10^{-2}$	0,08
C	0,10	5,00	Cl	$4,8 \cdot 10^{-2}$	0,01
N	$2,3 \cdot 10^{-2}$	0,10	S	0,05	0,04
Si	27,6	20,0	Br	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Al	8,80	7,00	B	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-4}$
Fe	5,00	2,00	J	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Ti	0,60	0,40	F	$2,7 \cdot 10^{-2}$	0,01
Mn	0,09	0,06	Ni	0,01	$3,0 \cdot 10^{-3}$
Ca	3,50	2,00	Co	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$
Na	2,64	1,00	Cu	0,01	$5,0 \cdot 10^{-4}$
K	2,50	1,00	Zn	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
Ba	$3,9 \cdot 10^{-2}$	0,01	Pb	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Sr	0,04	0,02	Mo	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Rb	0,03	$1,0 \cdot 10^{-3}$	Se	$6,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$
Li	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$			

Анализ данных валового состава позволяет определить общее содержание в почве того или иного элемента, степень обогащения им почвы и увидеть характер изменения его содержания с глубиной, и следовательно, установить направленность почвообразовательного процесса. В различных почвах валовой состав значительно отличается (табл. 17.2.)

Таблица 17.2.

Валовой химический состав почвы

Горизонт	Глубина, см	Содержание в % на сухую, безгумусную и бескарбонатную почву				
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
		Дерново-подзолистая почва				
A ₁	0-13	82,2	9,6	1,9	1,6	1,8
A ₂	18-27	82,8	9,3	1,7	1,5	1,3
B	40-50	76,0	13,0	4,4	1,4	2,0
C	90-100	76,1	13,7	4,3	1,5	2,1

A	Чернозём					
	0-12	64,3	15,8	4,9	1,9	1,6
A	30-40	64,8	15,7	5,1	1,5	1,5
B ₁	50-60	65,2	14,9	5,2	2,0	1,9
B ₂	70-80	64,6	15,1	5,0	5,8	1,7
C	110-120	65,1	15,3	5,2	9,7	1,5

По валовому химическому составу можно судить о направлении процессов почвообразования. Так, например, накопление кремнезема в верхних горизонтах, а железа и алюминия в средней части профиля свидетельствует о разрушении алюмосиликатов и выносе из верхних горизонтов подвижных продуктов разрушения.

К главным элементам, необходимым для питания растений относятся N, P, K, Ca, Mg, S, F. Содержание этих элементов в почве различно и зависит от условий образования и свойств почвы (табл. 17.3.).

Таблица 17.3.

Содержание азота и фосфора в различных почвах, %

Элемент	Почва	
	Чернозём	Дерново-подзолистая
N	0,4-0,5	0,1-0,2
P ₂ O ₅	0,2-0,3	0,1-0,2

Степень обеспеченности почвы питательными элементами зависит не только от их содержания в почве, но и от формы соединений, в которых они находятся.

Азот – общее количество этого элемента колеблется от 0,1% в серозёмах и дерново-подзолистых почвах до 0,4-0,5% в чернозёмах. В болотных почвах содержание N может достигать 4-5%. Основная часть азота входит в состав сложных органических соединений, незначительное количество встречается в виде минеральных соединений. Растения усваивают азот только в форме нитратов, нитритов и иона аммония.

Фосфор – его количество в почвах колеблется от сотых долей процента до 0,2-0,3%. Находится он в двух формах – минеральной и органической. Растения усваивают только растворимые минеральные формы – Ca(H₂PO₄)₂, Mg(H₂PO₄)₂ и др. Количество доступного для растений фосфора измеряется в миллиграммах на 100 г почвы. В хорошо обеспеченных фосфором почвах его содержание составляет 20 мг P₂O₅ и более. В бедных почвах содержание P₂O₅ снижается до нескольких миллиграммов на 100 г почвы (табл. 17.4.).

Сера – её содержание обычно не превышает 0,1-0,3%. В болотных почвах количество серы повышается до 1,0%, а в засоленных почвах, солончаках – до 10-15 и более %. В почве сера присутствует в двух формах: минеральной и органической.

Кальций, магний, калий, натрий – валовое содержание этих элементов колеблется от 1,5 до 3,0-4,0%, резко увеличиваясь в карбонатных или соленосных горизонтах. В почвах Са, Mg, К, Na встречаются в нескольких формах: в составе силикатов и алюмосиликатов, поглощённых катионов, в составе почвенного раствора в виде растворённых солей, в твёрдой фазе почвы в форме различных солей (табл. 17.5.).

Железо и алюминий - Fe_2O_3 содержится в суглинистых почвах в количестве 3-8%, а Al_2O_3 в количестве 10-20%. В почвах лёгкого гранулометрического состава этих элементов меньше, в почве, образовавшейся на красноцветной коре выветривания, в краснозёмах, сумма алюминия и железа может даже превышать 50% массы почвы.

Таблица 17.4.

Оценка содержания фосфора в почве при составлении картограмм

Содержание подвижного фосфора	Содержание P_2O_5 мг/100г. почвы	
	по методу	
	Кирсанова	Мичигина
очень низкое	< 2,5	< 1,0
низкое	2,6-5,0	1,1-1,5
среднее	5,1-10,0	1,6-3,0
выше среднего	10,1-15,0	3,1-4,5
высокое	15,1-25,0	4,6-6,0
очень высокое	> 25	> 6,0

Таблица 17.5.

Оценка содержания калия в почве при составлении картограмм

Содержание обменного калия	Содержание K_2O мг/100г. почвы	
	по методу	
	Кирсанова	Мичигина
очень низкое	< 4,0	< 10,0
низкое	4,1-8,0	10,1-20,0
среднее	8,1-12,0	20,1-30,0
выше среднего	12,1-17,0	30,1-40,0
высокое	17,1-25,0	40,1-60,0
очень высокое	> 25	> 60,0

Кроме того, в почве находится большая группа химических элементов, содержание которых колеблется от 10^{-2} до 10^{-5} %, но они играют важную роль в жизни растений. К ним относятся бор, медь, марганец, цинк, кобальт, фтор и другие – это микроэлементы. Цинк, марганец, бор и медь входят в состав ряда ферментов, обеспечивающих фотосинтез и другие физиологические процессы.

Бор (В) необходим для роста пыльцы, образование цветков и плодов, прорастание семян. Бор необходим для развития меристемы. Характерными

признаками недостатка бора являются отмирание точек роста, побегов и корней, нарушения в образовании и развитии репродуктивных органов, разрушение сосудистой ткани и т. д. Недостаток бора очень часто вызывает разрушение молодых растущих тканей. Под влиянием бора улучшаются синтез и передвижение углеводов, особенно сахарозы, из листьев к органам плодоношения и корням. Известно, что однодольные растения менее требовательны к бору, чем двудольные.

Роль меди (Cu) в жизни растений весьма специфична: медь не может быть заменена каким-либо другим элементом или их суммой. У злаковых растений симптомы недостатка меди проявляются в виде побеления и подсыхания верхушек молодых листьев. Все растение приобретает светло-зеленую окраску, колошение задерживается. При сильном медном голодании высыхают стебли. Такие растения совсем не дают урожая, или урожай бывает очень низкий и плохого качества. Иногда при сильном медном голодании растения обильно кустанятся и часто продолжают образовывать новые побеги после полного засыхания верхушек. Сильное и растянутое кущение ячменя при медном голодании благоприятствует его повреждению шведской мухой.

Различные сельскохозяйственные культуры обладают неодинаковой чувствительностью к недостатку меди. Растения можно расположить в следующем порядке по убывающей отзывчивости на медь: пшеница, ячмень, овес, кукуруза, морковь, свекла, лук, шпинат, люцерна и белокочанная капуста. Средней отзывчивостью отличаются картофель, томат, клевер красный, фасоль, соя. Сортные особенности растений в пределах одного и того же вида имеют большое значение и существенно влияют на степень проявления симптомов медной недостаточности.

Недостаток меди часто совпадает с недостатком цинка, а на песчаных почвах также с недостатком магния. Внесение высоких доз азотных удобрений усиливает потребность растений в меди и способствует обострению симптомов медной недостаточности. Это указывает на то, что медь играет важную роль в азотном обмене. Медь участвует в углеводном и белковом обменах растений. Под влиянием меди повышается как активность пероксидазы, так и синтез белков, углеводов и жиров. Недостаток меди вызывает у растений понижение активности синтетических процессов и ведет к накоплению растворимых углеводов, аминокислот и других продуктов распада сложных органических веществ.

Цинк (Zn). Все культурные растения по отношению к цинку делятся на 3 группы: очень чувствительные (кукуруза, лен, хмель, виноград, плодовые); средне чувствительные (соя, фасоль, кормовые бобовые, горох, сахарная свекла, подсолнечник, клевер, лук, картофель, капуста, огурцы, ягодники); слабо чувствительные (овес, пшеница, ячмень, рожь, морковь, рис, люцерна).

Недостаток цинка для растений чаще всего наблюдается на песчаных и карбонатных почвах. Мало доступного цинка на торфяниках, а также на некоторых малоплодородных почвах. Недостаток цинка обычно вызывает задержку роста растений и уменьшение количества хлорофилла в листьях. Признаки цинковой недостаточности чаще всего встречаются у кукурузы.

Недостаток цинка сильнее сказывается на образовании семян, чем на развитии вегетативных органов. Симптомы цинковой недостаточности широко встречаются у различных плодовых культур (яблоня, черешня, абрикос, виноград). Особенно сильно страдают от недостатка цинка цитрусовые культуры.

Физиологическая роль цинка в растениях очень разнообразна. Он оказывает большое влияние на окислительно-восстановительные процессы, скорость которых при его недостатке заметно снижается. Дефицит цинка ведет к нарушению процессов превращения углеводов. Цинк участвует в активации ряда ферментов, связанных с процессом дыхания.

Марганец (Mn). Роль марганца в обмене веществ у растений сходна с функциями магния и железа. Марганец активизирует многочисленные ферменты, особенно при фосфорилировании. Он участвует в различных окислительно-восстановительных реакциях. В световой реакции фотосинтеза марганец участвует в расщеплении молекулы воды. Так как марганец активизирует ферменты в растении, его недостаток сказывается на многих процессах обмена веществ, в частности на синтезе углеводов и протеинов.

Признаки дефицита марганца у растений чаще всего наблюдаются на карбонатных, сильноизвесткованных, а также на некоторых торфянистых и других почвах при pH выше 6,5.

Марганец участвует не только в фотосинтезе, но и в синтезе витамина С. При недостатке марганца понижается синтез органических веществ, уменьшается содержание хлорофилла в растениях, и они заболевают хлорозом. Внешние симптомы марганцевого голодания: серая пятнистость листьев у злаков; хлороз у сахарной свеклы, зернобобовых, табака и хлопчатника; у плодово-ягодных насаждений недостаток марганца вызывает пожелтение краев листьев, усыхание молодых веток.

Марганцевая недостаточность у растений обостряется при низкой температуре и высокой влажности. Видимо, в связи с этим озимые хлеба наиболее чувствительны к его недостатку ранней весной. При недостатке марганца в растениях накапливается избыток железа, который и вызывает хлороз. Избыток марганца задерживает поступление железа в растение, следствием чего также является хлороз, но уже от недостатка железа. Накопление марганца в токсических для растений концентрациях наблюдается на кислых дерново-подзолистых почвах. Токсичность марганца устраняет молибден.

Молибден (Mo). Несмотря на то, что потребность в молибдене у сельскохозяйственных культур относительно невелика (содержание молибдена в растениях составляет 0,0005 – 0,002 %), он играет важную роль в процессах их роста и развития. Прежде всего, молибден входит в состав ферментов, регулирующих азотный обмен. Этот микроэлемент улучшает поглощение растениями фосфора за счет участия в метаболизме азота и может значительно увеличить их обеспеченность этим элементом. Он является одной из составляющих нитрогеназы (мультифермент, который связывает атмосферный азот), особенно важной для роста и развития бобовых, а также овощных (томаты, капуста, редис, листовые овощи) культур. Молибден локализуется в молодых органах

растений, а в конце вегетации сосредотачивается преимущественно в семенах. Косвенно молибден участвует в процессах фотосинтеза, дыхания, синтеза витаминов, нуклеиновых кислот и пр. Он улучшает кальциевое питание растений, участвует в образовании хлорофилла, в развитии корневой системы, а также в обмене фосфорных соединений и углеводов.

Кобальт (Co) - микроэлемент, известный главным образом тем, что присутствие его в живом организме необходимо для синтеза витамина B₁₂ который играет важнейшую роль в процессах кроветворения. В растениях кобальт необходим для фиксации молекулярного азота, он способствует образованию бактерий в клубеньках и листьях бобовых культур. Кобальт накапливается в пыльце и ускоряет ее прорастание, участвует в ауксиновом обмене, т.е. стимулирует процессы роста растений, в том числе, способствует растяжению клеточных оболочек. Этот микроэлемент участвует в клеточной репродукции листьев (увеличение толщины и объема мезофилла, размеров и количества клеток столбчатой и губчатой паренхимы листа). Кроме того, кобальт повышает общее содержание воды в растениях, чем способствует увеличению засухоустойчивости культур.

Таким образом, химический состав почвы можно рассматривать как показатель экологического состояния почвы. Часто это состояние оказывается неудовлетворительным с точки зрения минерального питания растений, земледелец оптимизирует эту экологическую функцию почвы с помощью внесения удобрений.

Обеспеченность почв, гумусом, азотом, подвижным фосфором и обменным калием

Обеспеченность почвы питательными веществами	Гумус (по Тюрину), %	Легкогидролизуемый азот (по Тюрину-Кононовой)	P ₂ O ₅ , мг/кг почвы			K ₂ O, мг/кг почвы		
			по Кирсанову	по Чирикову	по Мачигину	по Кирсанову	по Чирикову	по Мачигину
Очень низкая	< 2	< 30	< 25	< 20	< 10	< 40	< 20	< 50
Низкая	2-4	30-40	25-50	20-50	10-15	40-80	20-40	50-100
Средняя	4-6	40-50	50-100	50-100	15-30	80-120	40-80	100-200
Повышенная	6-8	50-70	100-150	100-150	30-45	120-170	80-120	200-300
Высокая	8-10	70-100	150-250	150-200	45-60	170-250	120-180	300-400
Очень высокая	> 10	> 100	> 250	> 200	> 60	> 180	> 180	> 400

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Понятие о химическом составе почвы.
2. Какие элементы определяют при изучении валового состава почвы?
3. Какие элементы растения потребляют в больших количествах.
4. Общее количество азота, фосфора в почве.
5. Содержание серы, кальция, магния, калия, натрия в почве.
6. Содержание железа и алюминия в почве.
7. Значение микроэлементов в жизни растений.
8. Оценка обеспеченности почвы элементами питания.

18. РАДИОАКТИВНОСТЬ ПОЧВ

Радиоактивность - это самопроизвольное превращение (распад) атомных ядер некоторых химических элементов, приводящее к изменению их атомного номера и массового числа. Такие химические элементы называют радионуклидами. Атомы одного и того же элемента, имеющие разные массовые числа называют изотопами.

Естественные радиоактивные вещества широко распространены в природе. Их излучение создаёт естественный радиационный фон внешнего облучения. Естественная радиоактивность почв обусловлена в основном содержанием в них урана, радия, тория и изотопа калия-40 (^{40}K). Обычно в почвах они находятся в сильно рассеянном состоянии и распределяются относительно равномерно.

Активностью называется мера количества радиоактивного вещества, выражаемая числом радиоактивных превращений в единицу времени. В качестве единицы активности принято одно ядерное превращение в секунду. В системе СИ эта единица называется беккерель (Бк). До последнего времени широко использовалась специальная (внесистемная) единица активности - кюри (Ки): $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10}$ ядерных превращений в секунду. Соотношение между указанными единицами активности: $1 \text{ Бк} \sim 2,7 \cdot 10^{11} \text{ Ки}$. При радиологическом контроле природных объектов определяют удельную активность, которая характеризует активность радионуклида в единице массы или объёма образца.

Развитие жизни на Земле всегда происходило в присутствии естественного радиоактивного фона. Источниками его являются космическое излучение и естественные радионуклиды (ЕРН). Валовое содержание радиоактивных элементов в почвах в основном зависит от почвообразующих пород. Например, в почвах, сформировавшихся на продуктах выветривания кислых горных пород, радиоактивных элементов больше, чем в почвах, образовавшихся на основных и ультраосновных породах. Почвы тяжелого гранулометрического состава содержат радиоактивных элементов больше, чем почвы лёгкого гранулометрического состава. Содержание радиоактивных изотопов в почвах СССР представлено в таблице 18.1.

Таблица 18.1.

Содержание радиоактивных изотопов в почвах
(по В.И. Баранову, Н.Т. Морозовой, 1966 г.)

Элемент	Содержание в весовых процентах на воздушно-сухую почву
Торий (Th)	$4 \cdot 10^{-6} - 16 \cdot 10^{-4}$
Уран (U)	$3 \cdot 10^{-6} - 5,1 \cdot 10^{-4}$
Радий (Ra)	$1 \cdot 10^{-12} - 1,7 \cdot 10^{-10}$

Высокой радиоактивностью обладают суглинистые дерново-луговые почвы речных пойм, а торфяно-болотные почвы, особенно верховых торфяников, отличаются низкой радиоактивностью.

По профилю почв, как было отмечено ранее, радиоактивные элементы распределяются достаточно равномерно, хотя в отдельных случаях наблюдается их отчетливая аккумуляция в иллювиальных и глеевых горизонтах.

В результате деятельности человека в биосфере появились искусственные радионуклиды, увеличилось количество естественных радионуклидов, извлекаемых из недр Земли с нефтью, углем, газом, рудами. Проблема глобального загрязнения почв и грунтов радиоактивными изотопами некоторых элементов возникла с развитием атомной промышленности и испытаниями ядерного и термоядерного оружия.

Особенно значительное радиоактивное загрязнение почв, грунтов и биосферы в целом происходит при аварийных ситуациях.

Радиоактивное загрязнение почв ландшафтов и экосистем в настоящее время обуславливают в основном два радионуклида: цезий-137 (^{137}Cs) и стронций-90 (^{90}Sr). Поэтому в объектах исследований определяют валовое содержание, прежде всего, именно их. В почвах длительных интенсивных агроэкосистем, кроме того, определяют валовое количество ^{40}K .

^{137}Cs - это бета- и гамма-излучатель с максимальной энергией бета-излучения 1,76 МэВ и $T_{1/2} = 30,17$ года. Большая подвижность цезия-137 определяется тем, что это радиоизотоп щелочного элемента.

^{90}Sr имеет период полураспада 28,1 года и является бета-излучателем с максимальной энергией 0,544 МэВ. Его относят к числу самых биологически подвижных. Закрепление и распределение этого радионуклида в почве в основном определяются закономерностями поведения изотопного носителя — стабильного стронция, а также химического аналога — стабильного кальция.

Калий-40 является бета-излучателем с энергией 1,32 МэВ и $T_{1/2} = 1,248 \cdot 10^9$ лет. В каждом грамме природного калия содержится 27 Бк калия-40. В процессе хозяйственной деятельности человека потоки этого радионуклида в компонентах биосферы возрастают — в естественный круговорот дополнительно вовлекается $6,2 \cdot 10^{16}$ Бк калия-40. При средней норме внесения калийных удобрений 60 кг/га в почву поступает калия-40 $1,35 \cdot 10^6$ Бк/кг.

Особого внимания требуют наиболее опасные загрязнители агроэкосистем такие долгоживущие радионуклиды как цезий -137 и стронций-90. Именно изотопы этих элементов представляют наибольшую опасность в биологическом отношении. Включаясь в биологическую цепочку «почва - растение - животное - человек» они оказывают поражающее влияние на здоровье людей. «Цезиевый период» будет продолжаться около 300 лет.

При возделывании сельскохозяйственных растений на почвах, загрязненных искусственными радиоизотопами, они извлекаются корнями растений и накапливаются в урожае. Уменьшить их поступление в растения можно, применяя соответствующие приемы. Для этого необходимо знать содержание и поведение радиоактивных изотопов в почвах и закономерности их поступления в

растения. Например, ^{90}Sr по сравнению с ^{137}Cs интенсивнее поступает в растение. Это объясняется различной степенью их закрепления в почве. Кальцелибивые растения обычно больше поглощают ^{90}Sr , чем растения бедные Са. Больше всего накапливают стронция бобовые культуры, меньше корнеплоды и клубнеплоды, и ещё меньше – злаковые. Растения, содержащие больше калия (К), больше поглощают ^{137}Cs .

На почвах лёгкого гранулометрического состава, бедных гумусом при прочих равных условиях в растения больше поступает радиоактивных изотопов, чем на почвах тяжелого гранулометрического состава и богатых гумусом.

Поступление ^{90}Sr в растения снижается на окультуренных почвах, при известковании и внесении удобрений. Резко уменьшают проникновение в растения ^{137}Cs калийные удобрения. Поступление ^{90}Sr тормозится при внесении фосфатов щелочных металлов.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Какие элементы вызывают естественную радиоактивность?
2. Какие почвы обладают высокой радиоактивностью?
3. Какие почвы обладают низкой радиоактивностью?
4. Причины искусственной радиоактивности.
5. Какие радиоактивные элементы представляют наибольшую опасность для биологических объектов?
6. Какими мероприятиями можно снизить поступление радиоактивных элементов в растения?

19. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЦЕПИ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ПРОДУКЦИЯ

Существует классификация опасности различных химических веществ, попадающих в окружающую среду. В зависимости от степени токсикологического воздействия химические вещества подразделяют на три класса:

I класс - мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк;

II класс - бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром;

III класс - барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

В настоящее время проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами становится всё более и более актуальной. Тяжёлыми металлами загрязняются преимущественно окрестности крупных промышленных районов, территории прилегающие к железным и шоссейным дорогам. Имеет место и сельскохозяйственное загрязнение почв, вследствие применения минеральных удобрений и других средств защиты.

Для человека и животных наибольшую опасность представляют свинец (Pb), ртуть (Hg), кадмий (Cd), мышьяк (As).

Существует прямая связь между содержанием в почве тяжёлых металлов и их корреляцией с концентрацией в растениях. Почвы с высоким значением

pH (нейтральные, слабощелочные), содержащие значительное количество глинистых минералов, органического вещества максимально защищают растения от повреждающего действия избыточной концентрации тяжелых металлов. Такие почвы или полностью освобождают растения от контактов с загрязнителями, или делают эти контакты менее опасными. Буферные возможности у разных почв неодинаковы – в целом значительные, но не безграничные. Сельскохозяйственная продукция, полученная из растений, выращенных вблизи шоссе, содержит свинца в 5-10 раз больше, чем принято за суточную допустимую норму его потребления.

Различные растения по-разному реагируют на содержание в почве одних и тех же элементов. Например, корнеплоды, силосные культуры содержат ртути, меди, железа больше, чем травы. Концентрация металлов в зерне пшеницы, овса, ячменя меньше, чем в стеблях и листьях.

Почвы и растения обладают неодинаковыми защитными возможностями. По содержанию элементов-загрязнителей в почве и в различных частях растения (корни, листья, семена) можно судить о способности почвы и растения защитить пищевую цепь от загрязнителей.

Растения-толеранты – тормозят поступление в пищевую цепь тяжёлых металлов, что позволяет снизить их негативное влияние на здоровье людей и сельскохозяйственных животных.

Другая группа растений – фитомелиоранты, имеет ярко выраженную способность усваивать и накапливать тяжёлые металлы. Их биологическая особенность состоит в том, что, аккумулируя канцерогенные вещества в зелёной массе, они очищают почву. Отчуждение биомассы растений-фитомелиорантов с последующим его захоронением позволяет очистить почву и сохранить её плодородие.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Какие тяжелые металлы представляют опасность для здоровья человека?
2. Понятие о растениях толерантах.
3. Понятие о растениях фитомелиорантах.

20. ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕ

Жидкая фаза, или почвенный раствор – это влага, находящаяся в почве. Она представляет собой наиболее подвижную, изменчивую и в то же время активную часть почвы. Почвенный раствор играет важную роль в почвообразовательном процессе. В нем или с участием жидкой фазы происходят процессы разрушения и синтеза органических веществ, вторичных минералов, образование органоминеральных соединений. С передвижением почвенного раствора связано перемещение по профилю почвы продуктов выветривания и почвообразования. В то же время почвенный раствор является непосредственным ис-

точником воды и питательных веществ для растений, микроорганизмов, так как именно в нём находятся в растворённом состоянии органические, минеральные вещества и газы.

Почвенный раствор образуется в результате взаимодействия воды, поступающей в почву с её твердой фазой и растворения некоторых минеральных, органических веществ и их производных.

Состав и концентрация почвенного раствора является результатом биологических, химических, физических и физико-химических процессов, которые протекают в почве в тесной зависимости от влажности, температуры и аэрации. Состав и концентрация почвенного раствора весьма подвижны, так как зависят от свойств почвы, метеорологических условий, развития растений, агротехнических приемов (обработка, удобрения) и т.д. По составу и концентрации почвенного раствора все почвы делят на две группы: незасолённые и засоленные.

К незасолённым относятся почвы, в которых концентрация почвенного раствора невелика и не превышает одного или нескольких граммов на литр (сухой остаток водной вытяжки не более 0,25%).

К засоленным относятся почвы, в которых концентрация почвенного раствора достигает нескольких десятков и даже сотен граммов на литр (сухой остаток водной вытяжки более 0,25%).

В незасолённых почвах состав почвенного раствора зависит от особенностей почвообразующих пород и процесса почвообразования, интенсивности биологических процессов, состава обменных катионов. В почвенном растворе незасолённых почв находятся и минеральные, и органические соединения. Из минеральных соединений наиболее распространёнными являются бикарбонаты кальция и магния – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, в меньшей степени встречаются KHCO_3 , NaHCO_3 , сульфаты Ca, Mg, K и Na, нитраты и фосфаты этих же катионов. Органические соединения представлены различными кислотами (щавелевая, винная и др.) и их солями, а также водорастворимыми гумусовыми веществами, среди которых ведущее место играют фульвокислоты и фульваты с одновалентными и двухвалентными катионами. В почвах, имеющих кислую реакцию, в состав почвенного раствора входят фульваты Fe и Al.

В засоленных почвах состав и концентрация почвенного раствора зависят от количества и состава легкорастворимых солей, которые находятся в почве. Чаще всего в засоленных почвах находятся следующие минеральные соединения: хлориды – NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , KCl , сульфаты – Na_2SO_4 , MgSO_4 , CaSO_4 , карбонаты – Na_2CO_3 , MgCO_3 , бикарбонаты – NaHCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Из органических соединений в незначительном количестве встречаются гуматы одновалентных катионов.

В подзолистых и дерново-подзолистых почвах таёжно-лесной зоны, сформировавшихся в условиях промывного типа водного режима, содержание минеральных компонентов в почвенном растворе, как правило, низкое. Оно колеблется от нескольких десятков мг до 0,1-0,3 г/л. В верхней части профиля в подзолистых и дерново-подзолистых почвах почвенные растворы обогащены органическим веществом, количество которого варьирует в пределах от 0,1 до

0,7 г/л, а в лесных подстилках достигает 3-4 г/л. Наряду с неспецифическими органическими соединениями в составе водорастворимого органического вещества заметную роль играют фульвокислоты. Почвенные растворы характеризуются кислой реакцией (рН 4,0-5,0), низким содержанием щелочных и щелочно-земельных оснований (2-5 мг/л K^+ , 10-30 мг/л Ca^{2+} , 5-10 мг/л Mg^{2+}), постоянным присутствием подвижных форм Si (10-20 мг/л SiO_2), Fe (1-10 мг/л Fe_2O_3) и Al (5-25 мг/л Al_2O_3).

При окультуривании подзолистых и дерново-подзолистых почв в почвенных растворах снижается содержание органического вещества, существенно возрастает количество кальция и фосфатов, а реакция сдвигается в слабокислую область (рН 5,5-6,5).

В черноземах, имеющих непромывной тип водного режима, концентрация почвенных растворов выше, чем в почвах таёжно-лесной зоны, и в среднем составляет около 1 г/л. Почвенные растворы содержат незначительное количество ионов калия, натрия, хлора и органических соединений. Так, в целинных обыкновенных черноземах количество водорастворимого органического вещества в верхнем десятисантиметровом слое почвы составляет около 200 мг/л, на глубине 40-50 см оно снижается до 20-90 мг/л. Для почвенных растворов черноземов характерна нейтральная или слабощелочная реакция и резкое доминирование среди минеральных компонентов гидрокарбоната кальция, на долю которого приходится до 60% и более от суммы всех водорастворимых веществ. Такой состав почвенных растворов обеспечивает им высокую буферность, стабильность ППК и его насыщенность кальцием, необратимую коагуляцию почвенных коллоидов.

В зоне сухих степей (сухостепная зона) в незасоленных темно-каштановых и каштановых почвах концентрация почвенных растворов возрастает до 1,5-3,0 г/л. Наряду с гидрокарбонатом кальция в их составе заметную роль играют сульфаты Ca и Mg, отчасти Na.

В полупустынной и пустынной зонах формируются, в основном, засоленные почвы. Почвенные растворы их имеют повышенную концентрацию, часто на уровне 10-20 г/л. Очень высокая концентрация почвенных растворов, достигающая 200-400 г/л, отмечается в солончаках. В составе почвенных растворов сильнозасоленных почв и солончаков главную роль играют хлориды и сульфаты Na и Mg, причем содержание хлор-иона может достигать до 100-150 г/л.

Почвенные растворы солонцов, особенно содовых, имеют щелочную реакцию, причем их концентрация сильно изменяется в пределах почвенного профиля. В верхней его части она находится на уровне 2-9 г/л, в средней возрастает до 50-60 г/л, а в полугидроморфных солонцах нередко достигает 100-120 г/л. В составе почвенных растворов солонцов в основном присутствуют хлориды и сульфаты Na и Mg. Наряду с этим они содержат карбонаты, гидрокарбонаты, алюминаты и силикаты натрия, растворенное органическое вещество и связанные с ним ионы Fe и Al обогащены коллоидами.

Оптимальные для сельскохозяйственных культур химические показатели почвенных растворов присущи большинству чернозёмов, серых и темно-серых

лесных, каштановых и тёмно-каштановых почв. При низкой концентрации почвенных растворов (<1 г/л) для растений складываются неблагоприятные условия вследствие дефицита биофильных* элементов. (*Биофильные элементы, это химические элементы, которые постоянно входят в состав организмов. Они выполняют определённые биологические функции. Биофильные элементы и их соединения необходимы биоте в больших количествах, называют макробиогенными (С, О, N, H, Ca, P, S), а в малых количествах – микробиогенными. Для растений это Fe, Mg, Cu, Zn, B, Si, Mo, Cl, V, Ca, которые обеспечивают функции фотосинтеза, азотного обмена и метаболическую функцию. Несмотря на их малые количества, все эти элементы необходимы для жизнедеятельности бил-систем).

Увеличение концентрации почвенного раствора до более 5-6 г/л также оказывает негативное влияние на сельскохозяйственные культуры, так как обычно это обусловлено аккумуляцией в почве легкорастворимых солей, таких как гидрокарбонатов, хлоридов, сульфатов натрия и магния. Угнетение растений под влиянием солей может быть вызвано следующими причинами: 1) увеличением осмотического давления почвенного раствора сверх критических значений; 2) токсичным действием отдельных ионов на растения; 3) нарушением условий питания растений. Состав и концентрация почвенного раствора как в незасолённых так и в засолённых почвах непостоянны и изменяются в течение вегетационного периода.

Почвенный раствор имеет определенное осмотическое давление. В незасолённых почвах оно составляет 0,2-0,3 МПа, в засолённых часто превышает 1-2 МПа (мегапаскаль). Осмотическое давление почвенного раствора играет большую роль в развитии растений. При повышении осмотического давления почвенного раствора до величины, превышающей осмотическое давление клеточного сока растений, прекращается поступление воды и растение гибнет. В основном, благодаря высокому осмотическому давлению, солончаковые почвы непригодны для жизни большинства растений.

Почвы, содержащие легкорастворимые соли, отличаются большой концентрацией жидкой фазы и высоким осмотическим давлением. В незасолённых почвах легкорастворимых соединений обычно мало, в них концентрация почвенного раствора определяется, главным образом, взаимодействием воды с труднорастворимыми соединениями.

Важным свойством почвенного раствора является его реакция, или иначе актуальная реакция почвы, которая играет огромную роль в развитии растений. По характеру почвенного раствора выделяют кислые, нейтральные и щелочные почвы. Кислая реакция определяется наличием в почвенном растворе органических и минеральных кислот и кислых солей, щелочная – карбонатами и бикарбонатами Ca, Mg, Na.

Реакция почвенного раствора в различных почвах колеблется от рН 3,5 до 8-9 и выше. Особенно низкие величины рН встречаются в кислых болотных почвах (до 3,5). Подзолистые и дерново-подзолистые почвы имеют рН от 4,0 до

6,0. Актуальная реакция чернозёмов колеблется от 5,8 до 7,5. Почвы, содержащие карбонаты Mg и Na, могут иметь рН 8,0-9,0 и выше.

Для сельскохозяйственных растений без предварительной мелиорации используются почвы с рН в интервале 4,0-8,0. Требования к определённой реакции почвенного раствора, связанные с подбором культур в сельскохозяйственном производстве, можно корректировать известкованием, гипсованием, применением органических и минеральных (физиологически кислых или щелочных) удобрений. Уменьшить концентрацию почвенного раствора можно промыванием пресными водами.

Значение рН почвенного раствора не ограничивается непосредственным действием на растения. Существует тесная зависимость хода биологических процессов в почве от активности водородных ионов в почвенном растворе. В почвах с нейтральной и слабокислой реакцией преобладают бактерии, в почвах с кислой реакцией – грибы (таблица 20.1.).

Таблица 20.1.

Оптимальные интервалы рН для некоторых групп почвенных микроорганизмов

Микроорганизмы	Значение рН, в пределах которых возможно развитие микроорганизмов		
	минимальное	оптимальное	максимальное
Гнилостные бактерии	4,5	7,0	9,0
Клубеньковые бактерии	4,3	7,0	10,0
Азотобактер	5,0	7,0	9,0
Нитрификаторы	4,0	7,8-8,0	10,0
Актиномицеты	4,5	7,0	9,0
Плесени	3,5	7,0	9,0

Таким образом, почвенный раствор играет важную роль в почвообразовании и плодородии почвы. Он служит основным и непосредственным источником элементов питания для растений. Именно из почвенного раствора культуры усваивают большинство питательных веществ, необходимых для их роста и развития. Почвенный раствор создаёт среду, в которой развиваются микроорганизмы, и служит основным регулятором микробиологической деятельности.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Понятие о почвенном растворе.
2. Значение почвенного раствора в почвообразовании.
3. Значение почвенного раствора для растений.
4. Значение почвенного раствора для микроорганизмов.
5. От чего зависит состав и концентрация почвенного раствора?
6. В каких пределах находится концентрация почвенного раствора?
7. Значения осмотического давления почвенного раствора в почвах.
8. Роль осмотического давления почвенного раствора в жизни растений.
9. Какие мероприятия позволяют улучшить реакцию почвенного раствора?
10. Оптимальные значения почвенного раствора для большинства растений?

21. ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Повышение продуктивности сельскохозяйственных растений является одной из важнейших задач сельскохозяйственного производства. Продуктивность культурных растений зависит от природных условий и от плодородия почвы. Плодородие это способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, воздухе, тепле и другими условиями для нормального роста и развития. Плодородие – существенный качественный признак, отличающий почву от горной породы. Только на свойстве плодородия основана величайшая роль почвы в природе как посредника между минеральной оболочкой земного шара и миром наземных существ, имеющих возможность из почвы и через почву получать необходимые им воду, питательные вещества и другие условия жизни. Плодородие – понятие многогранное, это не только природное качество, оно создается также в результате производственной деятельности человека. Только вследствие обладания свойством плодородия почва стала условием «... существования и воспроизводства для ряда сменяющихся человеческих поколений...», так как «... производство пищевых средств является самым первым условием жизни непосредственных производителей и всякого производства вообще...» (К. Маркс*, Капитал, т. III, ч. 2, стр. 647 и 825). (*Карл Генрих Маркс; 1818-1883 гг. - немецкий философ, социолог, экономист, писатель, поэт, политический журналист, лингвист, общественный деятель. Друг и единомышленник Фридриха Энгельса, в соавторстве с которым написал «Манифест коммунистической партии» (1848 год). Автор классического научного труда по политической экономии «Капитал. Критика политической экономии» (1867 год). Этим определяются задачи и содержание почвоведения, как науки, направленной на изучение природного плодородия почв и разработку системы достижения максимального эффективного плодородия.

Однако, существует и другая точка зрения, так называемый «закон убывающего плодородия почвы», который был впервые сформулирован в XVIII веке французским экономистом, философом и государственным деятелем Анн Робертом Жаком Тюрго (1727-1781 гг.) и несколько позднее английским экономистом Э. Уэстом. Суть этого закона заключается в том, что каждое дополнительное вложение капитала и труда в землю даёт меньший по сравнению с предыдущим вложением эффект, а после какого-то предела всякий дополнительный эффект становится невозможным. Несостоятельность этого «закона» доказал В.И. Ленин в своей работе «Аграрный вопрос и «критики Маркса» (первые 10 глав были написаны в июне-сентябре 1901 г., последние 3 главы – осенью 1907 г.). В.И. Ленин писал «... «закон убывающего плодородия почвы» вовсе не применим к тем случаям, когда техника прогрессирует, когда способы производства преобразуются; он имеет лишь весьма относительное и условное применение к тем случаям, когда техника остаётся неизменной» (В.И. Ленин, Аграрный вопрос и «критики Маркса». Собр. Соч. В.И. Ленина. Изд.5, т.5, стр. 102. Госполитиздат, 1959). (*Владимир Ильич Лёнин (настоящая фамилия — Ульянов, родился 10 (22) апреля 1870 в г. Симбирске, умер 21 января 1924 году) - российский революционер, крупный теоретик марксизма, советский политический и государственный деятель, создатель Российской социал-демократической рабочей партии (большевиков).

«Закон убывающего плодородия почвы» звучит в унисон с учением Мальтуса*. (*Томас Роберт Мальтус, 1766-1834 – английский священник, учёный, экономист). Основная идея учения Мальтуса заключается в том, что численность народонаселения растёт быстрее, чем количество средств существования. Отсюда вытекает признание бедности, нищеты и порока неизбежными атрибутами человеческого общества. По мнению Мальтуса уменьшить нищету, безработицу, болезни, высокую смертность можно путём уменьшения рождаемости и задержки прироста населения.

Мальтузианство воскресло в начале XX века и приобрело особую популярность в Европе в форме неомальтузианства, пропагандировавшего в качестве средств против перенаселения войны и эпидемии. Неомальтузианство было положено Карлом Хаусхофером - идеологом нацизма, наставником и учителем Адольфа Гитлера, в основу так называемой теории «жизненного пространства». В последнее время неомальтузианские теории получили значительное распространение в связи с быстрым ростом населения. Действительно, за последние 65 лет XX века население нашей планеты удвоилось. Причиной этого явилось снижение смертности и быстрый прирост населения в странах со слабо развитой экономикой. Это вызывает тревогу у многих ученых и создаёт почву для неомальтузианской пропаганды. Помимо этого, в современном потребительском мире фигурирует такое понятие как «золотой миллиард» («новый мировой порядок»), которое предполагает искусственное сокращение населения Земли до 1 миллиарда. Однако большинство передовых учёных сходятся во мнении, что Земля способна прокормить гораздо большее число людей, чем населяет ныне нашу планету. Расчёты ученых подтверждают, что наша планета способна выдержать 25 миллиардов людей (в 2019 г. численность населения Земли составила 7678174656). В настоящее время современные технологии позволяют получать, по сути, бесплатную энергию из неисчерпаемого источника – солнца, и, следовательно, обеспечить людей продовольствием, питьевой водой и необходимыми условиями для жизни, а постоянное прогрессирующее повышение плодородия почв является важнейшей задачей земледелия. Таким образом, при правильном использовании почв уровень их плодородия повышается. Различают плодородие естественное (природное), искусственное, потенциальное, эффективное, относительное, экономическое.

Естественное (природное) плодородие - то плодородие, которым обладает почва в природном состоянии без вмешательства человека.

Искусственное плодородие - плодородие, которым обладает почва в результате воздействия на нее целенаправленной человеческой деятельности (распашка, периодическая механическая обработка, мелиорации, применение удобрений и т.д.).

Потенциальное плодородие - суммарное плодородие почвы, определяемое ее свойствами, как приобретенными в процессе почвообразования, так и созданными или измененными человеком.

Эффективное плодородие - та часть потенциального плодородия, которая реализуется в виде урожая растений при данных климатических (погодных) и технико-экономических условиях.

Относительное плодородие - плодородие почвы в отношении к какой-то определенной группе или виду растений (плодородная для одних растений почва может быть бесплодной для других).

Экономическое плодородие - экономическая оценка почвы в связи с ее потенциальным плодородием и экономическими характеристиками земельного участка.

Элементы, или факторы, плодородия почв

К важнейшим факторам плодородия почвы относятся следующие: гранулометрический состав, структура, водные, физические свойства, показатели гумусного состояния почвы, её биологическая активность и др.

Гранулометрический состав почвы. От него зависит тепловой и водный режим, водно-воздушные свойства и пищевой режим почвы. Легкие супесчаные и песчаные почвы прогреваются раньше тяжелых, и их относят к «теплым» почвам. Они имеют высокую воздухопроницаемость и водопроницаемость. Малая влагоемкость препятствует накоплению в них влаги и приводит к вымыванию элементов питания почвы и удобрений. При небольшом содержании тонких глинистых частиц легкие почвы имеют небольшие запасы элементов питания, низкую поглотительную способность и низкую буферность.

Тяжелосуглинистые и глинистые почвы, наоборот, дольше прогреваются, они «холодные», поскольку тонкие поры их заполнены не воздухом, а очень теплой водой. Они слабо водопроницаемы и воздухопроницаемы, плохо впитывают атмосферные осадки. Значительная часть почвенной влаги и запасов элементов питания тяжелых почв не доступны растениям. В периоды сезонного переувлажнения в них недостает воздуха и развиваются глеевые процессы.

Лучшими для роста большинства культурных растений являются суглинистые почвы.

Структурность и водно-физические свойства почвы. Плотность почвы, ее физические свойства и связанные с ними водный, воздушный, тепловой и пищевой режим зависят от ее структурности. Бесструктурная почва не может обеспечивать растения одновременно водой и воздухом. В чередующиеся влажные и сухие периоды ее тонкие поры заняты либо водой, либо воздухом. В структурных почвах в капиллярных порах удерживается вода, а наличие крупных пор между структурными агрегатами обеспечивает газообмен почвы с атмосферой - удаление из нее избытка углекислоты и снабжение корней растений и микроорганизмов кислородом.

Тепловые свойства почвы. Способность почвы поглощать и отражать лучистую энергию солнца, проводить и удерживать тепло во многом определяет рост и развитие растений, а также биологические процессы, от которых зависит плодородие почвы.

Содержание в почве органического вещества. В органическом веществе почвы содержится основная часть запасов азота, около 80% серы и около 60%

фосфора. Элементы питания, связанные с органическим веществом, не вымываются из почвы и в то же время могут постепенно использоваться растениями. Органическое вещество почвы является источником энергии для микроорганизмов, мобилизующих элементы питания для растений из растительных остатков и минеральной части почвы. С количеством и качественным составом органического вещества связано образование водопрочной структуры и формирование благоприятных для растений водно-физических и технологических свойств почвы.

Биологическая активность почвы. Она определяется численностью, составом и активностью почвенных микроорганизмов и почвенной фауны, активностью ферментов, которые непосредственно участвуют в трансформации недоступных растениям элементов питания почвы и растительных остатков в доступные им соединения. С биологической активностью почвы связано образование в ней микробных продуктов, стимулирующих рост растений, или, наоборот, оказывающих на них токсические действия. В биомассе отмирающих микроорганизмов содержится около 12% азота, 3% фосфора и 2,2% калия. При ее разложении около одной трети азота используется микроорганизмами, а две трети - растениями. Биологическая активность почвы определяет фиксацию атмосферного азота и образование углекислоты, участвующей в процессе фотосинтеза растений.

Поглотительная способность почвы. Она тоже обуславливает ряд жизненно важных для растений свойств почвы - ее пищевой режим, химические и физические свойства. Благодаря ей элементы питания удерживаются почвой и меньше вымываются осадками, оставаясь в то же время легкодоступными для растений. Важную роль при этом играет емкость поглощения почвы. От состава поглощенных катионов зависят реакция почвы, ее дисперсность, способность к агрегированию и устойчивость поглощающего комплекса к разрушающему действию водой в процессе почвообразования. Поглощенный водород, алюминий и особенно поглощенный натрий способствуют разрушению ее поглощающего комплекса, снижают способность почвы удерживать и закреплять гумусовые вещества. Насыщенность поглощающего комплекса кальцием, наоборот, обеспечивает растениям благоприятную, близкую к нейтральной реакцию почвы, предохраняет ее поглощающий комплекс от разрушения, способствует агрегированию почвы и закреплению в ней гумуса. Поэтому кальций называют «стражем плодородия почвы».

Таким образом, получение высокого и стабильного урожая сельскохозяйственных культур – это один из наиболее сложных показателей в системе АПК. В процессе всего периода выращивания на урожай воздействует бесчисленное количество факторов, которое условно можно разделить на две большие группы: природные (почвенно-климатические) и экономические.

Природные факторы объективны, они не зависят от воли и деятельности людей. К ним относятся: естественное плодородие (качество) почв, рельеф территории, глубина залегания почвенных вод, продолжительность вегетационного периода, количество, ритмичность и интенсивность осадков, солнечных дней, температурный режим на протяжении периода вегетации и т.д. Природные (почвенно-климатические) условия, как объективные факторы формирования урожая сельскохозяйственных культур, коренным образом невозможно изменить, но некоторые из них можно скорректировать при умелом применении экономических факторов. Экономические условия создаются целенаправленной деятельностью людей и во многом определяются уровнем развития производительных сил общества. Совершенно очевидно, что высокий уровень развития производительных сил позволяет в значительной мере «компенсировать», например, низкое природное качество почв, сгладить излишнее переувлажнение или пополнить недостаток влаги в период активного роста и развития растений. Экономические факторы формирования урожая непосредственно проявляются через уровень агротехники. В составе агротехнических мероприятий, дополняющих природные факторы и способствующих росту урожая сельскохозяйственных культур, важнейшими являются следующие: внесение известковых материалов, своевременная обработка почв, внесение органических и минеральных удобрений, обработки посевов против вредителей и болезней, применение научно-обоснованных севооборотов и перспективных сортов сельскохозяйственных растений.

Вопросы для самопроверки и самоподготовки:

1. Понятие о почвенном плодородии.
2. Сущность «закона убывающего плодородия».
3. Критика «закона убывающего плодородия» К. Марксом и В.И. Лениным.
4. В чем заключается опасность неомальтузианства?
5. От чего зависит естественное и искусственное плодородие почв?
6. Виды плодородия почвы.
7. Элементы или факторы плодородия почвы.
8. Факторы, лимитирующие почвенное плодородие.
9. Какие меры принимаются для повышения эффективного плодородия почв?
10. Особенности требований культурных растений к почвам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрочвоведение / Под ред. В.Д. Мухи. – М.: КолоС, 2003 – 528 с.
2. Агрохимия / Под ред. П.М. Смирнова и А.В. Петербургского. – М.: Колос, 1975. – 512 с.
3. Бояркин В.М., Бояркин И.В. География Иркутской области (природа, население, хозяйство, экология). – Иркутск: ООО «ИД «Сарма», 2013. – С. 39.
4. Виленский Д.Г. История почвоведения в России. – М.: советская наука, 1958. – 233 с.
5. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков, А.А. Коротков, Г.И. Баздырев, А.Ф. Сафонов. – М.: Колос, 2000. – 448 с.
6. Иоффе А.Ф. Основы агрофизики. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 1959. – С. 398-399.
7. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. – Ростов н/Д: изд-во «Феникс», 2004. – 576 с.
8. Минералогическая энциклопедия / Под ред. К. Фрея: Пер. с англ. – Л.: Недра, 1985. – 512 с.
9. Почвоведение / Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1975. – 495 с.
10. Почвоведение / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч.1. Почва и Почвообразование / Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др. – М.: Высш. шк., 1988. – 400 с.
11. Почвоведение / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч.2. Типы почв, их география и использование / Богатырев Л.Г., Васильевская В.Д., Владычешский А.С. и др. - М.: Высш. шк., 1988. – 368 с.
12. Почвоведение / Под ред. А.С. Фатьянова, С.Н. Тайчинова. – М.: Колос, 1972. – 479 с.
13. Практикум по почвоведению: Учебное пособие /сост. Л.И. Гавва, О.В. Рябина. – Иркутск: ИрГСХА, 2009. – 123 с.
14. Практикум по почвоведению с основами геологии и геоморфологии. – [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - [электрон. текстовые дан.] - Иркутск: Изд-во ИрГАУ им. А.А. Ежовского, 2016. – 235 с.
15. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др.; Под ред. П.П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
16. Роде А.А., Смирнов В.Н. Почвоведение. – М.: Высш. шк., 1972.–479 с.
17. Серпухов В.И. Курс общей геологии. – Л.: Недра, 1976. – 534 с.
18. Солодун В.И., Зайцев А.М., Филиппов А.С., Такаландзе Г.О. Научные основы адаптивно-ландшафтных систем земледелия Предбайкалья. Учебное пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2012. – 448 с.
19. Фридланд В.М., Буяновский Г.А. Просто земля. – М.: Просвещение, 1977. – 143 с.
20. Хуснидинов Ш.К. Нетрадиционные сидеральные культуры и плодородие почв Прибайкалья. – Иркутск: ИрГСХА, 1999. – 185 с.

21. Хуснидинов Ш.К., Рябинина О.В., Кудрявцева Т.Г. Тяжелые металлы в цепи «почва-растение-сельскохозяйственная продукция» // Тезисы докладов научной конференции, посвященной 60-летию ИСХИ «Сельскохозяйственная наука – производству». – Иркутск: ИСХИ, 1995. – С. 20-21.
22. Якушева А.Ф., Хаин В.Е., Славин В.И. Общая геология / Под ред. В.Е. Хаина. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 448 с.
23. studfiles.net
24. Copyright © BioFile 2007-2016
25. <https://www.kakprosto.ru/kak-957027-osobennosti-irrigacionnogo-zemledeliya#ixzz6NjkhWj5q>
26. studbooks.net>...regulirovanie_vodnogo_rezhima_pochvy
27. studref.com>...regulirovanie_vodnogo_rezhima_pochvy
28. bstudy.net>752674/agro/pochvennyy_rastvor
29. nortest.pro>stati/pochva/radiologicheskie-...
30. geocenter,info>Мифическая теория перенаселения

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие методические рекомендации по изучению дисциплины почвоведение с основами географии почв.....	3
2. Почва – живая оболочка планеты.....	4
3. История почвоведения в России.....	5
4. Вещественный состав земной коры.....	13
5. Почвообразующие породы.....	20
6. Выветривание горных пород и минералов.....	24
7. Гранулометрический состав почвообразующих пород и почв.....	31
8. Морфологические признаки почвы.....	35
9. Органическая часть почвы.....	48
10. Почвенные коллоиды и поглотительная способность почв.....	60
11. Кислотность и щёлочность почвы.....	68
12. Структура почвы.....	78
13. Физические и физико-механические свойства почвы.....	81
14. Водные свойства и водный режим почв.....	86
15. Воздушные свойства и воздушный режим почв.....	95
16. Тепловые свойства и тепловой режим почв.....	98
17. Химический состав почвы.....	101
18. Радиоактивность почв.....	108
19. Тяжёлые металлы в цепи почва-растение-сельскохозяйственная продукция.....	110
20. Почвенный раствор окислительно-восстановительные процессы в почве.....	111
21. Плодородие почв.....	116
Литература.....	121