

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова
Кафедра экологии

М.А. Шепелев

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие

Костанай, 2019

УДК 631.4 (075.8)

ББК 40.3 я73

Ш48

Автор:

Шепелев Михаил Алексеевич, ст. преподаватель кафедры экологии

Рецензенты:

Есеева Гания Калимжановна, к.с.-х.н., доцент кафедры сельскохозяйственных технологий Костанайского инженерно-экономического университета

Шилов Михаил Павлович, к.с.-х.н., ст. преподаватель кафедры агрономии

Дюсебаев Бекет Кенжибекович, к.с.-х.н., ст. преподаватель кафедры агрономии.

Шепелев М.А.

Ш 48 Почвоведение. Учебное пособие по практическим занятиям для студентов специальностей 5В060800 – Экология – Костанай 2019. – 138 с.

ISBN 978-601-7985-59-2

В данном учебном пособии изложен курс 14 практических работ, согласно программы по дисциплине «Почвоведение»

УДК 631.4 (075.8)

ББК.40.3 я73

Ш 48

Утверждено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова.

ISBN 978-601-7985-59-2

@ Костанайский государственный
университет им. А. Байтурсынова
© Шепелев М.А., 2019

Содержание

Введение	6
Модуль 1. Почвообразовательный процесс, минералогический, гранулометрический и химический состав почв	8
Тема 1 Главнейшие порообразующие минералы	8
1.1 Связь почвоведения с минералогией и понятие о минералах	8
1.2 Важнейшие свойства минералов	8
1.3 Классификация минералов	11
Тема 2 Горные породы	18
2.1 Горные породы, их группировка и роль в почвообразовании	19
2.2 Магматические горные породы	20
2.3 Метаморфические горные породы	21
2.4 Осадочные горные породы	22
2.4.1 Классификация осадочных пород	23
Тема 3 Морфологические признаки почв	27
3.1 Строение почвенного профиля и почвенные горизонты	28
3.2 Мощность почвы и отдельных ее горизонтов	31
3.3 Переходы между горизонтами в профиле почвы	31
3.4 Окраска почв и горизонтов	32
3.5 Структура почвы	33
3.6 Сложение	36
3.7 Новообразования	40
3.8 Включения	41
3.9 Гранулометрический и скелетный состав почв	42
Тема 4 Органическая часть почвы	46
4.1 Источники органического вещества в почве	47
4.2 Процессы превращения органических остатков в почве.....	47
4.3 Состав гумуса.....	49
4.4 Показатели гумусового состояния почв	50
4.5 Роль гумуса в почвообразовании, плодородии и питании растений.	50
Тема 5 Почвенные коллоиды и поглощательная способность почв	52
5.1 Почвенные коллоиды, их строение, свойства и состав.....	53
5.2 Поглощательная способность почв и ее виды.....	52
5.3 Емкость поглощения и состав обменных катионов различных типов почв.....	55
5.4 Значение поглощательной способности почв.....	56
Модуль 2. Основные свойства и режимы почв	59
Тема 6 Физические и физико-механические свойства почв	59
6.1 Общие физические свойства почвы	59
6.1.1 Плотность твердой фазы почвы	60
6.1.2 Плотность почвы	61
6.1.3 Пористость (или скважность) почвы	63

6.1.4 Удельная поверхность	66
6.2 Физико-механические свойства почвы	68
Тема 7 Водные, воздушные, тепловые свойства и режимы почв	74
7.1 Значение почвенной влаги. Категории почвенной влаги.....	74
7.2 Водные свойства почв: водопроницаемость, водоподъемная и водоудерживающая способность почв	76
7.3 Водный режим почв и его типы.....	77
7.4 Мероприятия по регулированию водного режима.....	78
7.5 Почвенный воздух, его состав, агрономическое значение.....	79
7.6 Воздушные свойства почв.....	80
7.7 Тепловые свойства почвы.....	80
7.8 Тепловой режим почв и мероприятия по его регулированию.	81
Тема 8 Плодородие почв	83
8.1 Понятие о плодородии почв	83
8.2 Виды и формы плодородия почв	85
8.3 Экологическая конкретность плодородия почв	86
8.4 Плодородие почв и продуктивность агроценозов	89
Модуль 3 Классификация и география почв	92
Тема 9 Учение о генезисе и эволюции почв	92
9.1 Учение о факторах почвообразования	91
9.2 Эволюция почв	101
9.3 Влияние производственной деятельности человека на почвообразо- вательный процесс	103
Тема 10 Чернозёмные почвы	105
10.1 Условия почвообразования	105
10.2 Основные признаки и свойства черноземов	106
10.3 Классификация и диагностика черноземов	109
Тема 11 Каштановые почвы	113
11.1 Распространение и природные условия.....	114
11.2 Образование каштановых почв.....	114
11.3 Строение, свойства и классификация каштановых почв.....	115
11.4 Мероприятия по сохранению и повышению плодородия.....	117
Тема 12 Интразональные почвы	118
12.1 Солонцы	118
12.2 Солончаки	120
12.3 Солоди	123
Тема 13 Почвы пустынно-степной, пустынной и предгорно-пустынно- степной и других зон	125
13.1 Бурые пустынно-степные почвы	125
13.2 Сероземы, строение, свойства	127
13.3 Серо-бурые почвы и такыры	129
13.4 Серо-коричневые и коричневые почвы сухих субтропических сте- пей ксерофитных лесов и кустарничков	131
13.5 Пойменные почвы	132

13.6 Почвы горных областей	132
Тема 14 Бонитировка почв	133
14.1 Понятие, задачи и методы определения баллов бонитета почв	133
14.2 Выбор оцениваемых параметров.....	135
Список использованных источников	138

Введение

Дисциплина «Почвоведение» является обязательной профилирующей дисциплиной у студентов специальности 5В060800 - Экология

Почвоведение - наука о почвах, их генезисе, составах, географическом распространении, о путях рационального использования и охране почв.

Почва является основным средством производства и частью экологической системы. Являясь продуктом и элементом ландшафта, почва выступает как важная среда в развитии природы земного шара. Находясь в состоянии непрерывного обмена между веществом и энергией с биосферой и ее компонентами, почвенный покров выступает как незаменимое условие поддержания между всеми сферами, сложившегося на Земле равновесия, необходимого для развития жизни на планете. Обладая свойством плодородия, почва является основным средством производства.

Пререквизиты: химия, биология

Постреквизиты: экология почв, агроэкология

Цель дисциплины: формирование основополагающих знаний о живой оболочке Земли – почве, как о природном теле, ее свойствах, образовании, эволюции. Изучение почвообразовательного процесса, его проявления на земной поверхности, влияния экологических факторов почвообразования; роли почвы в природе и хозяйственной деятельности человека, путях рационального использования почвенных ресурсов.

Задача дисциплины: формирование суммы знаний, умений и навыков работы с почвами (почвенными монолитами, образцами почв и минералами).

В результате изучения дисциплины студенты должны

знать:

- значение почвы в жизни человека, ее роли в биосфере;
- значение почвы в сохранении биологического разнообразия;
- происхождение, состав, свойства и основные режимы почв, влияние на них экологических факторов;
- географические закономерности распространения почв;
- о почвенном плодородии, его категориях, элементах, а также изменении при земледельческом использовании почв;
- о путях охраны и рационального использования почвенных ресурсов.
- принципы классификации и номенклатуры, диагностические свойства типов почв.

уметь:

применять полученные знания на практике и пользоваться методами почвенно-экологических исследований

владеть:

теоретическими и практическими навыками выполнения лабораторно-аналитических работ по почвоведению.

быть компетентными:

в вопросах характеристики, диагностики и классификации почв, использовании почв для выращивания растений в различных ландшафтах.

Модуль 1. Почвообразовательный процесс, минералогический, гранулометрический и химический состав почв

Тема 1 Главнейшие породообразующие минералы

Цель: Изучить понятие минерал, свойства минералов и научиться определять минералы по их свойствам

План:

1.1 Связь почвоведения с минералогией и понятие о минералах

1.2 Важнейшие свойства минералов

1.3 Классификация минералов

1.4 Первичные и вторичные минералы и их роль в формировании свойств почв

1.1 Связь почвоведения с минералогией и понятие о минералах

Твердая фаза почвы является ее основной составной частью. На долю твердой фазы большинства почв приходится 40-65% объема почвы. В состав твердой фазы почв входят минеральные вещества, которые составляют до 90-99% и более ее массы.

Минеральная часть почвы обеспечивает условия закрепления корней произрастающих растений, является источником питательных веществ, влияет на физические и физико-химические свойства почвы. Поэтому, для того чтобы понять от чего зависят морфологическое строение, физические и химические свойства необходимо изучить основные минералы, их состав, свойства и классификацию.

Минерал - это природное тело, обладающее определенным химическим составом, совокупностью морфологических признаков и физических свойств. Минералы бывают твердые (кварц, полевой шпат, мусковит и др.), жидкие (нефть, вода) и газообразные (углекислый газ, сероводород). Однако большинство минералов являются твердыми телами.

Минералы, из которых состоит основная масса горных пород, называются *породообразующими*.

1.2 Важнейшие свойства минералов

Для определения минералов необходимо изучить их важнейшие свойства, которые можно использовать как диагностические.

Минералы обладают различными свойствами. В зависимости от химического состава и внутреннего строения каждый минерал характеризуется набором только ему свойственных признаков.

Цвет. Практически цвет минерала определяют на глаз, давая общепринятые названия окраски или сравнивая с хорошо знакомыми предметами (сломенно-желтый, кирпично-красный).

Для многих минералов он не является определяющим признаком. Различная окраска одного и того же минерала зависит от незначительных примесей, не влияющих на свойства минерала. Например, кремень бывает черного, белого, серого, красного, желтого, коричневого цвета. В то же время различные минералы могут иметь одинаковый цвет. Например, кальций и доломит - белые.

Наряду с этим некоторые минералы имеют определенный, характерный только для них цвет: малахит - зеленый, пирит – золотисто-желтый и т.д.

Цвет черты - цвет порошка минерала, полученный при истирании минерала на шероховатой фарфоровой пластинке. На пластинке проводят черту минералом. Цвет черты часто является важным диагностическим признаком. В одних случаях цвет черты совпадает с цветом минерала в куске, в других отличается. Например, цвет куска и цвет черты галенита свинцово-серый, а халькопирит, имеющий латунно-желтый цвет в куске, дает черную черту с легким зеленоватым оттенком.

Минералы, обладающие твердостью более твердости фарфоровой пластинки, не оставляют черты, а царапают пластинку.

Цвет черты - важный диагностический признак ряда распространенных минералов. Так красный, бурый и магнитный железняк в кусках часто имеет одинаковый цвет, и их можно различить только по разному цвету черты – соответственно красному, желтому и черному.

Твердость - способность минералов противостоять царапающему действию какого-либо остря. Относительная твердость минерала может быть определена с помощью шкалы твердости Мооса, представленной 10 минералами-эталоны.

Таблица 1- ШКАЛА ТВЕРДОСТИ МИНЕРАЛОВ

Минералы-эталоны	Твер- дость	Подручные материалы
Тальк $Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$	1	Карандаш
Гипс $Ca[SO_4] \cdot 2H_2O$	2	Ноготь
Кальцит $Ca[CO_3]$	3	Желтая монета
Флюорит $Ca F_2$	4	Бронзовая монета, гвоздь
Апатит $Ca_5[PO_4]_3(F, Cl)$	5	Стекло
Ортоклаз $K[Al Si_3O_8]$	6	Игла
Кварц SiO_2	7	Напильник, кварц
Топаз $Al_2[SiO_4](F, OH)_2$	8	
Корунд Al_2O_3	9	
Алмаз C	10	

Для определения твердости изучаемого минерала на его поверхности выбирают ровную площадку. Минералами-эталоны царапают изучаемый минерал. Испытание проводят до тех пор, пока один из эталонных минералов оста-

вит царапину на изучаемом минерале. Затем проверяют, дает ли испытуемый минерал царапину на этом минерале шкалы Мооса. Если царапают друг друга, то твердость испытуемого минерала соответствует твердости минерала шкалы.

По твердости все минералы разделены на четыре группы:

I группа - минералы мягкие, с твердостью до 2,5 (царапаются ногтем);

II группа - минералы средней твердости от 2,5 до 5 (не царапаются ногтем, но царапаются ножом);

III группа - минералы твердые, с твердостью от 5,5 до 7 (не царапаются ножом, но царапаются кварцем);

IV группа - минералы очень твердые, с твердостью более 7 (царапают кварц).

Блеск минерала - Блеск минералов связан с их способностью отражать своими поверхностями световые лучи. *Различают следующие типы блеска:*

Металлический - минерал блестит так же энергично, как полированная поверхность металла (пирит, галенит).

Металловидный - блеск потускневшего металла (графит).

В группе с неметаллическим блеском различают следующие виды:

Алмазный - искрящийся блеск (сфалерит, алмаз).

Стеклянный - минерал блестит подобно стеклу (полевые шпаты, кальцит, кварц, палит на свежем изломе).

Перламутровый - минерал блестит подобно перламутру раковины (слюда, тальк).

Шелковистый - блеск минерала напоминает блеск нитей шелка (асбест, селенит).

Жирный - поверхность минерала кажется смазанной тонкой пленкой жира (галит, сера, кварц на изломе, нефелин).

Матовый - минерал не блестит (боксит, лимонит). Матовый блеск имеют минералы с пористой, неровной землистой поверхностью (каолинит).

Плотность для различных минералов колеблется от 600 до 27000 кг/м³. Точное определение плотности возможно лишь в лабораторных условиях. На практике для быстрого приблизительного определения плотности пользуются взвешиванием минералов на руке с оценкой "тяжелый", "средний", "легкий". По плотности все минералы можно разделить на три категории: легкие - с плотностью до 2500 кг/м³ (нефть, гипс, каменная соль, смолы), средние - с плотностью до 4000 кг/м³ (кальцит, кварц, полевые шпаты, слюды) и тяжелые - с плотностью больше 4000 кг/м³ (рудные минералы). Чаще всего встречаются минералы с плотностью от 2000 до 5000 кг/м³.

Ряду минералов присущи особые свойства. Так для карбонатов типична реакция со слабой (5-10%-ной) соляной кислотой. Реакция с 10% раствором HCl дает возможность определить карбонатные минералы (они "вскипают" под действием кислоты).

Некоторые карбонаты легко разлагаются в холодной кислоте (кальцит), другие вступают в реакцию после измельчения в порошок (доломит) или при подогревании (магнезит). Вскипают при воздействии соляной кислотой также

многие сульфиды с образованием сероводорода. Сероводород легко отличим по характерному запаху.

Некоторые минералы растворимы в воде (галит, сильвин).

Перечисленные признаки минералов являются наиболее важными.

Кроме этого есть и другие свойства, которые используют при определении минералов:

Габитус – внешний облик минерала.

Прозрачность – способность минерала пропускать свет.

Излом – вид поверхности, образующейся при раскалывании минерала.

Спайность – способность минералов раскалываться по блестящим параллельным плоскостям по определенным кристаллографическим направлениям.

1.3 Классификация минералов

Для удобства изучения, поисков и применения минералы группируют-классифицируют. Современная классификация минералов основывается на их химическом составе и кристаллической структуре вещества. Все минералы на основе химического состава сгруппированы в классы:

самородные элементы,
оксиды и гидроксиды,
сульфиды,
галогенидные соединения,
сульфаты,
карбонаты,
фосфаты,
силикаты.

В ряде классов минералы могут подразделяться на подклассы. Из общего числа минералов около 34% падает на силикаты, около 25% - на оксиды и гидроксиды, около 20% - на сульфиды, на долю всех остальных приходится около 21% минералов.

Класс самородные элементы

В класс входят минералы, представляющие собой отдельные химические элементы, находящиеся в природе в свободном состоянии (сера - S, золото - Au, платина - Pt, ртуть - Hg; медь - Cu, алмаз - C, графит - C, серебро - Ag и т.д.).

Графит C. Кристаллы образуются, как правило, в виде тонких пластинок, либо графит встречается в виде плотных масс темного серовато-черного цвета. На фарфоровой пластинке дает темно-серую черту. Блеск полуметаллический, но чаще жирный на ощупь, пачкает руки. Очень мягкий – твердость 1.

Сера S. Встречается в виде масс, прожилков, друз в осадочных горных породах. Цвет лимонно-желтый, желтовато-серый. Хрупкая, мягкая – твердость

1-2, легкая. Серу применяют в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями и как микроудобрение.

Класс оксиды и гидроксиды

К этому классу относятся минералы, являющиеся соединениями металлов и металлоидов с кислородом и гидроксильной группой (кварц - SiO_2 ; гематит- Fe_2O_3 , лимонит - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, боксит- $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, корунд - Al_2O_3 и др.).

Кварц SiO_2 . Один из самых распространенных минералов (слагает $\approx 13\%$ земной коры). Встречается в одиночных призматических кристаллах, сростках разного типа (друзах, щетках), в виде галек и песчинок (в осадочных породах), в виде сплошных масс. Имеет стеклянный блеск и хорошую прозрачность. Эталонная твердость – 7.

Кварц весьма стойкий к выветриванию, поэтому его зерна в виде обломков накапливаются в большом количестве в песчаных и супесчаных почвообразующих породах и почвах. Его содержание достигает 40-60% и более. Происхождение магматическое. Почвы, богатые кварцем, обычно малоплодородны, но обладают некоторыми благоприятными водно-физическими свойствами: легко обрабатываются, хорошо прогреваются и пропускают через себя воду.

Различают следующие основные разновидности:

горный хрусталь – бесцветный, прозрачный, без примесей;

аметист (с Fe^{3+}) – фиолетовый, прозрачный;

розовый кварц – полупрозрачный, просвечивающий;

морион (с Al^{3+}) – буро-черный, прозрачный;

цитрин – желтый, прозрачный;

халцедон – скрытокристаллический кварц (сердолик, сард, хризопраз, кахолонг, агат – полосчатый халцедон).

Гематит Fe_2O_3 . Кристаллы имеют форму пластинок и таблитчатого габитуса, часто встречается в землистых массах. У кристаллов цвет – черный; блеск полуметаллический. Цвет землистых масс буровато-красный; блеск матовый. Во всех случаях черта красновато-бурого цвета. Твердость 5 – 6. Иногда слабомагнитен.

Лимонит $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{nH}_2\text{O}$. Ржаво-коричневые до черных землистые, натечные, почковидные тонкодисперсные агрегаты. Черта ржавая. Блеск матовый. Твердость 1 – 4.

Боксит – алюминиевая руда, состоящая из гидроксидов алюминия, оксидов железа и кремния, сырьё для получения глинозёма и глинозёмосодержащих огнеупоров. Используется также в чёрной металлургии. Обычно бокситы представляют собой землистую глиноподобную массу, которая может иметь полосчатую, пизолитовую (гороховидную) либо однородную текстуру. Цвет - красный различного оттенка (от розового до темно-красного) и серый (от зеленовато-серого до темно-серого, почти черного), твердость наиболее плотных разновидностей по минералогической шкале до 6, плотность в за-

висимости от содержания окиси железа колеблется в пределах 2900-3500 кг/м³, непрозрачен.

Класс сульфиды

Минералы класса сульфиды представляют собой соли сероводородной кислоты (галенит - PbS, сфалерит - ZnS, киноварь - HgS, халькопирит - CuFeS₂, пирит - FeS₂ и др.)

К этому классу относятся около 500 минеральных видов, главным образом сернистых соединений металлов и полуметаллов. Они имеют большое промышленное значение; являются главной рудой на медь, цинк, свинец, ртуть и другие цветные металлы, а пирит (FeS₂) служит сырьем для получения серного ангидрида и производства серной кислоты.

Пирит FeS₂. Образует кубические кристаллы. Обладает соломенно-желтым цветом. Черта зеленовато-черная. Твердость – 6.

Класс галоидные соединения

Минералы этого класса являются солями галоидно-водородных кислот. К типу галоидных соединений относится около 100 минералов. Их роль как породообразующих минералов невелика, но они важны в общегеологическом и практическом отношении. Наиболее распространены из минералов этого класса хлористые соединения (галит - NaCl, сильвин- KCl).

Галит NaCl. Часто встречается среди осадочных образований озер и морей. Образует зернистые и слоистые массивы, кристаллы в виде кубов. Цвет белый, иногда пятнами чернильно-синий. Прозрачный до полупрозрачного, блеск стеклянный, жирный. Твердость 2. Соленый на вкус.

В почвах галит, если он присутствует в значительных количествах, вызывает солонцовый и солончаковый процессы.

Сильвин KCl. Кристаллы в виде куба. Встречается в составе соляных отложений в сплошных зернистых скоплениях светло-серого, грязно-бурого, красного цвета. От галита отличается по горько-соленому вкусу. Является важной агрономической калийной рудой.

Оба минерала хорошо растворимы в воде.

Класс сульфаты

К сульфатам относится около 260 минералов, являющихся солями серной кислоты (гипс - CaSO₄ * 2H₂O, антрацит- CaSO₄, барит - BaSO₄).

Они широко используются в медицине, химической промышленности и строительстве. Для сульфатов характерны светлая окраска, низкая твердость и небольшой удельный вес.

Гипс CaSO₄ x 2H₂O. Кристаллы бесцветные таблитчатые, пластинчатые, игольчатые, либо образуются зернистые агрегаты белого, серо-голубого, крас-

новатого цвета. Блеск стеклянный, перламутровый, шелковистый, в агрегатах матовый. Твердость эталонная – 2.

Применяют гипс в сельском хозяйстве для химической мелиорации солонцовых почв.

Класс карбонаты

В этот класс входят соли угольной кислоты (кальцит - CaCO_3 , доломит - CaMg CO_3 , сидерит- FeCO_3 , магнезит - MgCO_3 и др.). Карбонаты очень широко распространены в верхних частях земной коры.

Всего в этом классе известно около 100 минералов. Некоторые из них очень широко распространены в природе, например, кальцит и доломит, которые используют в производстве цемента. Прозрачные кристаллы кальцита (исландский шпат) применяют в оптике. Железистый карбонат – сидерит – добывают как руду на получение качественной стали. Малахит – водный карбонат – является ценным поделочным камнем.

Кальцит CaCO_3 . Встречается в друзах и одиночных кристаллах разной формы – ромбоэдрической, призматической, пластинчатой и более сложной. Цвет белый, изредка розоватый, голубоватый, при загрязнении другими минералами – серый, ржавый, черный и т.п. Прозрачный и полупрозрачный. Блеск иногда перламутровый. Твердость эталонная – 3. Реагирует с соляной кислотой с выделением углекислого газа.

Класс фосфаты

К фосфатам принадлежат соли фосфорных кислот. В этот класс входит большое число минералов. Пороодообразующими из них являются апатиты.

Фосфаты являются ценным сырьем для получения фосфатных удобрений, а также используются и в химической отрасли.

Апатит $\text{Ca}_5 [\text{PO}_4]_3(\text{F, Cl})$. Часто образует хорошо ограненные бесцветные, зеленые, голубые кристаллы призматического габитуса. Блеск от стеклянного до жирного. Твердость эталонная – 5.

Единственный минерал в природе, содержащий фосфор в промышленных количествах. Происхождение минерала магматическое. Стоек при процессах механического выветривания. Встречается в некоторых почвах, но не растворяется в воде. Для получения удобрения - суперфосфата апатит измельчают и смешивают с серной кислотой. Фосфорную кислоту получают из апатитовых концентратов, она необходима для изготовления некоторых удобрений.

Класс силикаты

Минералы этого класса являются солями кремниевых и алюмосиликатных кислот (мусковит, биотит, ортоклаз, лабрадор, роговая обманка, оливин, авгит, каолинит, монтмориллонит и др.).

В этот класс входят наиболее распространенные в земной коре породообразующие минералы, на долю силикатов приходится около 800 минералов. Они

составляют более 75% от массы земной коры. Химический состав большинства силикатов очень сложен.

Значительная часть минералов этого класса магматического и метаморфического происхождения.

Роговая обманка имеет переменный химический состав. Плотность 3,1...3,3, твердость 5,5...6. В кислотах не растворяется. Легко поддается выветриванию, поэтому в рыхлых породах и почвах содержится в небольших количествах в виде мелких кристаллов. Происхождение роговой обманки магматическое и метаморфическое. При выветривании может разлагаться, превращаясь в карбонаты, лимонит.

Слюды - это распространенные породообразующие минералы магматического и метаморфического происхождения. К ним относят мусковит и биотит.

Мусковит - глиноземная слюда. Химический состав переменный. Твердость - 2,5...3, плотность - 2,76...3, прозрачный, кислотами не разлагается. В процессе механического выветривания мусковит относительно стоек и переходит в россыпи. Мельчайшие серебристые блестки его скапливаются в глинах, песках, содержатся во многих почвах.

Биотит - это черная слюда, очень широко распространена. Химический состав непостоянный. Твердость 2...3, плотность 2,7...3,1. При химическом выветривании он разлагается. При механическом выветривании стоек. Встречается вместе с мусковитом. Слюды широко распространены в почвах и являются важным источником калия для растений.

Полевые шпаты - группа наиболее распространенных породообразующих минералов; составляют около 50% массы земной коры. Представляют собой изоморфные смеси алюмосиликатов K, Na и Ca; общая формула $M(Si, Al)_4O_8$, где M-преимущественно K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , реже Ba^{2+} , иногда (в следовых количествах) Rb^+ , Cs^+ , Sr^{2+} , Pb^{2+} , Fe^{2+} .

Ортоклаз $K(AlSi_3O_8)$ - калиевый полевой шпат. Цвет от розового до мясо-красного, твердость 6...6,5, плотность - 2,56, нерастворим в соляной кислоте. Ортоклаз медленно выветривается, поэтому в почвах и почвообразующих породах встречается в крупных фракциях, он широко распространен в почвах.

Альбит $Na[AlSi_3O_8]$ - белый натриевый полевой шпат. Используют в керамическом производстве.

Каолинит (белая глина $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$) — глинистый минерал из группы водных силикатов алюминия. Содержит 39,5 % Al_2O_3 , 46,5 % SiO_2 и 14 % H_2O . Образует землистые массы. Твердость - 1...2,5; плотность - 2,6...2,63, землистый, жирный на ощупь, гигроскопичен, при увлажнении приводит к просадкам горных пород. Каолинит имеет низкую поглотительную способность по отношению к катионам и значительное обменное поглощение анионов, слабо поглощает воду. Происхождение экзогенное. Образуется в кислой среде в условиях влажного холодного и субтропического климата. Преобладание каолинита в почвах - признак бедности их основаниями.

Монтмориллонит – глинистый минерал, твердость I...2. Строение: пакет трёхслойный (2:1): два слоя кремнекислородных тетраэдров, обращённые вершинами друг к другу, с двух сторон покрывают слой алюмогидроксильных октаэдров. Связь между пакетами слаба, межпакетное расстояние велико и в него могут попадать ионы и молекулы воды. Из-за этого минерал при смачивании сильно набухает. плотность непостоянна, мягкий, жирный. Сильно поглощает воду и медленно ее отдает при высыхании, обладает высокой пластичностью, усадкой, высокой поглотительной способностью. Слабоводопроницаемы, образуют корку. Происхождение монтмориллонита экзогенное. Монтмориллонит придает почве вязкость во влажном состоянии и высокую плотность в сухом состоянии. Но в сочетании с высоким содержанием гумуса в почве водно-физические свойства улучшаются.

Монтмориллонит образуется в условиях щелочной среды. Он относительно устойчив и характерен для почв степных и пустынно-степных областей. Доказано, что глинистые минералы способны поглощать фосфор.

1.4 Первичные и вторичные минералы и их роль в формировании свойств почв

Горные породы и слагающие их минералы под воздействием атмосферы, гидросферы и биосферы подвергаются сложным и разнообразным процессам количественного и качественного изменения горных пород – выветриванию, в результате чего образуются *первичные и вторичные* минералы. Первичные минералы представлены частицами $> 0,001$ мм, вторичные - $< 0,001$ мм.

Первичные минералы, входящие в твердую фазу почвы, являются остаточным материалом после разрушения и выветривания горных пород без изменения их химического состава. Большая часть первичных минералов, находящихся в почве представлена крупными песчаными частицами.

В условиях почвообразовательного процесса первичные минералы отличаются неустойчивостью, и постепенно разрушаются за исключением лишь немногих, наиболее стойких минералов (кварц). Обилие первичных минералов в почве говорит об их относительной молодости. С возрастом почв содержание и число первичных минералов постепенно уменьшается. В процессе выветривания и почвообразования первичные минералы отдают в почвенные воды свои растворимые компоненты, а в состав тканей высших к низших растений - важнейшие элементы минерального питания: P, K, Ca, Mg, микроэлементы. Среди первичных минералов в почвах преобладают силикаты и алюмосиликаты (кварц, полевые шпаты, роговая обманка, слюды). Наиболее распространенным первичным минералом почв и почвообразующих пород является кварц (40-60%). Содержание полевых шпатов достигает 20%. Слюды содержатся в небольших количествах, так как легко выветриваются. Преобладание кварца обуславливает крайне низкое плодородие почв. Разрушение первичных минералов сопровождается образованием растворов, гидрозолей, гидрогелей, окислов, а также вторичных минералов и легкорастворимых солей.

Значение первичных минералов:

1. Влияют на агрофизические свойства почв (водопроницаемость, плотность, порозность и др.) через гранулометрический состав. Чем больше их – тем легче почва для обработки.
2. Являются резервом зольных элементов для растений (К, Са и др. элементы)
3. Источник образования вторичных минералов.

Почва характеризуется высоким содержанием **вторичных минералов**, образованных в результате глубокого химического преобразования первичных, или же синтезированных непосредственно в почве.

Среди вторичных минералов выделяют следующие группы:

- минералы простых солей (кальцит, гипс, галит, сильвин и др.);
- гидрооксиды и оксиды (лимонит, гематит и др.);
- глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит и др.).

Минералы простых солей образуются при выветривании первичных минералов и как результат почвообразования: кальцит, магнезит, сода, гипс и др. Они растворимы в воде и в условиях засушливого климата могут вызвать засоление почв.

Минералы гидрооксидов и оксидов – гидрооксиды Si, Al, Fe, Mn. Образуются при выветривании первичных в виде гелей, затем происходит их дегидратация и кристаллизация с образованием оксидов и гидрооксидов кристаллической структуры. Чем больше они окристаллизованы – тем меньше их растворимость. Благодаря высокой удельной поверхности они поглощают фосфор, делая его недоступным для растений. В почвах их немного, но они сильно влияют на свойства почвы - участвуют в формировании структуры, почвенного поглощающего комплекса (особенно в сильно выветренных тропических почвах), принимают участие в окислительно-восстановительных процессах.

Глинистые минералы - группа минералов, главным образом слоистых силикатов, входящих в состав глин в качестве основной составляющей. Главные глинистые минералы - каолинит, монтмориллонит, галлуазит, серпентин, гидрослюда, в меньшей степени хлориты. Характеризуются тонкодисперсностью (размер частиц в основном $<0,01$ мм), сорбционными свойствами, высокой ёмкостью катионного и анионного обмена (особенно у монтмориллонита), способностью к набуханию и удержанию воды, пластичностью и тугоплавкостью. Образование связано с формированием кор выветривания различных горных пород.

1) группа монтмориллонита (монтмориллонит, бейделит, нонтронит). Трёхслойная структура (тетраэдры разделены октаэдрическим слоем). Кристаллическая решётка подвижная, способны к набуханию, мелкодисперсны (60% - коллоиды). Обладают высокой поглощательной способностью (80-120 мг/100г). Образуют с гуминовыми кислотами прочные комплексы, что приводит к образованию водопрочной структуры. Во влажном состоянии набухают, в сухом растрескиваются, образуют корку. Обладают высокой липкостью, слабой водопроницаемостью.

2) группа каолинита (каолинит, галуазит). Двухслойная кристаллическая решётка (тетраэдрический и октаэдрический слой). Не набухают, бедны основаниями, ёмкость поглощения – не более 20 мг-экв/100г.

3) группа гидрослюд (гидромусковит, гидробиотит). Трёхслойная структура. Набухают, содержат 6-7% калия. Образуются из полевых шпатов и слюд. В почве очень распространены.

4) группа хлоритов – 4-х слойная структура, не набухают. Содержат в своём составе макро и микроэлементы: железо, никель, хром, магний.

5) группа смешаннослойных минералов – широко распространены в почве. В их структуре чередуются слои различных минералов.

На минералогический состав почв оказывает влияние очень большое количество факторов: минералогический и химический состав исходной почвообразующей породы, биоклиматическая обстановка почвообразования, соотношение рН и окислительно-восстановительного потенциала среды, дренаж, присутствие катионов в среде, возраст почвообразования, присутствие хелатирующих органических компонентов в среде.

От минералогического состава зависят все свойства почв, определяющие их плодородие: резерв питательных элементов, водно-физические свойства, наличие доступных элементов питания растениям и т.д.

Рекомендуемая литература:

1. Толстой М.П. Геология с основами минералогии. - М., 1975
2. Методические указания. Основные породообразующие минералы
3. В.П.Ковриго, И. С.Кауричев, Л. М.Бурлакова. Почвоведение с основами геологии. — М.: Колос, 2008. – 437 С

Контрольные вопросы:

1. Что такое минерал? Примеры.
2. Для чего вам необходимы знания по минералогии?
3. Назовите основные свойства минералов.
4. Перечислите классы минералов по химическому составу.
5. Какие минералы относятся к первичным и вторичным, каково их происхождение и значение в формировании свойств почв.
6. Назовите минералы, наиболее часто встречающиеся в почве.
7. Перечислите известные Вам минералы магматического, метаморфического, осадочного происхождения. Каков их химический состав? К какому классу минералов они принадлежат?

Тема 2 Горные породы

Цель: Ознакомиться с горными породами, их классификацией по проис-

хождению

План:

2.1 Горные породы, их группировка и роль в почвообразовании

2.2 Магматические горные породы

2.3 Метаморфические горные породы

2.4 Осадочные горные породы

2.4.1 Классификация осадочных пород

2.1 Горные породы, их группировка и роль в почвообразовании

Горными породами называются скопления природных агрегатов представленным одним или несколькими минералами и занимающих значительные пространства в земной коре.

Горные породы как и минералы являются материалом для образования всех видов почв и часто служат основным сырьем для производства минеральных удобрений.

Особенно велико влияние горных пород на начальных стадиях почвообразовательного процесса. Механические свойства горных пород, их плотность, минералогический состав и химические особенности сказываются на скорости и направлении почвообразовательного процесса. Первоначальный запас в горных породах фосфора, кальция, серы, калия и других элементов определяет в значительной степени уровень естественного плодородия почв.

В зависимости от происхождения горные породы делятся на три группы: магматические, осадочные, метаморфические.

Каждая группа горных пород имеет свои особенности с точки зрения формирования на них почв и почвенного плодородия. Например, почвы, формирующиеся на элювии кислых магматических пород, отличаются рыхлостью, песчанистостью, относительно достаточным количеством калия и слюд. Однако в условиях очень влажного климата при сильном выщелачивании атмосферными осадками почвы быстро утрачивают плодородие и приобретают повышенную кислотность вследствие интенсивного вымывания щелочных материалов. Следует отметить, что магматические породы являются почвообразующими породами в основном на территориях с горным рельефом.

Еще большее влияние на формирование почв оказывают осадочные породы, так как в современную эпоху почвообразовательный процесс происходит главным образом на данных породах почти повсеместно, как на равнинных территориях, так и в условиях горного рельефа. Метаморфические породы, по сравнению с осадочными и магматическими, на процесс почвообразования оказывают меньшее влияние.

Каждая горная порода, образуясь в определенных геологических условиях, характеризуется совокупностью внешних признаков. Главнейшими из них являются минералогический состав, структуру, текстуру и цвет.

Минералогический состав горных пород различен. Они могут состоять из одного или нескольких минералов. Например, мрамор и известняк состоят из кальцита, гранит – из полевого шпата, кварца и слюды и т.д.

Структурой называется строение породы, т.е. степень кристаллизации, формы и размеры минералов в слагающих ее массу.

Под текстурой понимают сложение породы – расположение минералов, слагающих ее массу и степень ее плотности.

Цвет горных пород разнообразен и зависит от окраски рассеянных в ее массе минералов.

2.2 Магматические горные породы

Магматические горные породы образовались из расплавленной магмы при застывании ее на некоторой глубине от земной поверхности или же при излиянии на поверхность. Породы, образующиеся при застывании магмы на глубине, называются интрузивными (глубинными), а при застывании излившейся на поверхности магмы – эффузивными (излившимися).

Для интрузивных пород характерна хорошо выраженная полнокристаллическая зернистая структура. Образование этой структуры обусловлено медленным остыванием магмы, при котором происходит равномерная и постепенная кристаллизация всех минералов (гранит, габбро) и для некоторых разновидностей характерна письменная структура (пегматит). Письменная структура связана с прорастанием минералов. Так, при прорастании полевого шпата кварцитом образуется порода, напоминающая арабскую письменность – письменный гранит (пегматит).

Эффузивные породы характеризуются неполнокристаллической афанитовой, порфировой и стекловатой структурой. Эти виды структур образуются при быстром остывании магмы.

Афанитовая (плотная) структура определяется отсутствием кристаллических зерен видимых простым глазом или в лупу (базальты, диабазы).

Порфитовая структура характеризуется плотной тонкозернистой или стекловатой массой, на фоне которой выделяются отдельные кристаллы (трахит).

Стекловатая структура почти целиком состоит из неуспевшей выкристаллизоваться магматической массы (вулканическое стекло или обсидиан).

По характеру текстуры магматические породы могут быть массивными и простыми.

Массивная порода состоит из массы минералов, плотно прилегающих друг к другу (гранит, габбро, дунит).

В пористой породе можно простым глазом различить каверны или мелкие поры (пемза, вулканический туф).

Цвет магматических пород определяется их минералогическим составом и может быть очень различен – от светлого до черного. В большинстве случаев магматические породы не имеют совершенно однородной окраски, так как со-

стоят из многих минералов, окрашенных в различные тона. Определение цвета следует проводить по тону, преобладающему в массе породы.

Минералогический состав магматических горных пород различен и обусловлен химическим составом магмы и условиями ее застывания. При застывании магмы происходит процесс ее расщепления и дифференциации, приводящей к постепенной кристаллизации различных минералов (кварца, полевых шпатов, слюд и др.).

Представители магматических горных пород

Интрузивные

Гранит, пегматит

Габбро

скальный туф

Эффузивные

Базальт, обсидиан

Пемза, вулканиче-

2.3 Метаморфические горные породы

Метаморфические (видоизмененные) горные породы образовались в глубинных зонах земли из магматических и осадочных пород при большом давлении, высокой температуре и химическом влиянии магмы. В процессе метаморфизма изменяются структура, минералогический и даже химический состав горных пород. Главнейшими внешними признаками метаморфических пород являются структура и текстура.

Все метаморфические горные породы имеют кристаллическую структуру, которая образуется в результате перекристаллизации первоначальных пород в твердом виде.

Текстура метаморфических горных пород очень разнообразна и обуславливается ориентировкой минералов длинными осями перпендикулярно действующему давлению. Главнейшими видами текстур являются:

1. Сланцевая – характеризуется наличием минералов удлиненной формы, расположенных параллельно длинными сторонами.

2. Полосчатая – (ленточная, слоистая, чешуйчатая) – имеет место при чередовании в массе породы полосок минералов различной толщины.

3. Волокнистая – представлена массой волокнистых кристаллов, переплетающихся между собой.

4. Массивная – аналогична массивной структуре магматических пород.

Кроме структуры и текстуры при изучении метаморфических пород необходимо учитывать ее цвет и минералогический состав.

Цвет метаморфических пород различен и определяется преобладающей окраской минералов в данной породе. Горные породы могут иметь сероватую, красноватую, желтоватую, зеленоватую и совсем темную, почти черную окраску.

Разнообразен и минералогический состав метаморфических пород. Он обусловлен минералогическим составом тех магматических или осадочных горных пород, из которых образовались данные метаморфические породы. Ме-

таморфические породы сохраняют формы залегания исходных горных пластов, линз, жил, штоков, складок и др.

Представители метаморфических горных пород

Мрамор, кварцит, гнейс, сланцы, (кровельный, слюдяной, хлоритовый).

2.4 Осадочные горные породы

Осадочные горные породы образуются из ранее существующих пород в результате их выветривания и переотложения продуктов выветривания на дне водных бассейнов или на поверхности суши. Их состав определяется продуктами поверхностного разрушения горных пород, состоящих из различных минералов. Поэтому они очень разнообразны.

Осадочные породы слагают самые верхние слои земной коры, покрывая своеобразным чехлом горные породы магматического и метаморфического происхождения. Несмотря на то, что осадочные горные породы составляют всего 5% земной коры, земная поверхность на 75% своей площади покрыта только этими породами.

Необходимо помнить, что осадочные горные породы в большинстве случаев являются почвообразующими, поэтому свойства этих пород в значительной степени определяют агрономическое и мелиоративное качество почв. Особую важность в почвообразовании играют рыхлые осадочные породы. На этих породах почти повсеместно развиваются почвы.

Главнейшими внешними признаками осадочных горных пород являются структура, текстура, окаменелости и отпечатки, формы залегания, минералогический состав и цвет.

Структура осадочных пород весьма разнообразна. Каждая группа имеет свою, присущую только ей структуру.

Текстура может быть плотной и рыхлой. Плотная текстура характерна для осадочных пород, масса которых сцементирована каким-либо веществом (кремнеземом, известью, окисью железа). Рыхлая текстура характеризуется наличием хорошо заметных пор.

Окаменелости и отпечатки являются следами животных и растений, существовавших в период образования породы и захороненных здесь.

Формы залегания осадочных пород очень типичны. Все они залегают в форме слоев.

Минералогический состав очень разнообразен. Наряду с первичными (кварц, полевые шпаты, слюды) в осадочных породах широко распространены вторичные минералы (гипс, лимонит, гематит и др.).

Цвет также разнообразен. Белые тона обусловлены кварцем, каолином, хлоридами, сульфатами; темные – примесью органических веществ.

2.4.1 Классификация осадочных пород

Все осадочные породы по способу образования подразделяются на три группы:

- а) обломочные (механические);
- б) глинистые;
- в) химические и биохимические.

а) Обломочные породы

Обломочные породы образуются в результате механического выветривания различных горных пород на поверхности земли. Продукты механического разрушения пород редко остаются на месте образования. Большей частью они переносятся ветром, атмосферными водами, реками, морями, ледниками и перетлагаются.

Классифицируются осадочные обломочные породы не по минералогическому и химическому составу, а по размерам и форме обломков. Таким образом, обломочные осадочные одного и того же названию могут иметь химический и минералогический состав различный.

Структура обломочных пород характеризуется размерами обломков (таблица 1) и распределяются на грубообломочную с обломками более 1 мм, среднеобломочную (обломки от 0,05 до 1 мм) и пылеватую с обломками менее 0,01 мм. Группы обломочных пород распределяются на окатанные и остроугольные, которые бывают рыхлыми и сцементированными.

Таблица 2 – Классификация обломочных осадочных пород

№ п/п	Группы обломочных пород	Диаметр обломков, мм	Окатанные		Остроугольные	
			рыхлые	сцементированные	рыхлые	сцементированные
	Грубообломочные	> 100	валуны	конгломераты	глыбы	брекчия
		10-100	галька		щебень	брекчия
		1-10	гравий		дресва	брекчия
	Среднеобломочные	0,1-1	песок	песчаник	песок	песчаник
	Пылеватые	от 0,01 до 0,1	лёсс			

б) Глинистые породы

Измельчение минеральных частиц до размеров менее 0,01 мм, происходящие в процессе физического перетирания и химического разложения, приводит к образованию обширной группы горных пород называемых глинистыми.

Глинистые породы имеют самое широкое распространение на поверхности земли, они составляют 50% общего объема осадочных пород. Структура глинистых пород тонкокристаллическая.

Основными составными частями глинистых пород являются глинистые, пылеватые и песчаные частицы. Размер глинистых частиц меньше 0,01 мм, пылеватых – 0,01 – 0,1 мм и песчаных – 0,1 – 1 мм.

В зависимости от процентного содержания этих частиц глинистые породы подразделяются на глины, супеси и суглинки.

Глины. К этим породам относятся глинистые образования с содержанием глинистых частиц более 60%. В состав глин входят глинистые минералы каолинит, монтмориллонит, а также кварц, опал, полевые шпаты, слюда и др.. Окраска глин различная (серая, бурая, зеленая и др.) зависит от состава глинистых минералов и красящих смесей. Глины в сухом состоянии твердые и плотные, в соединении с водой дают пластичную жирную на ощупь массу, и увеличиваются в объеме (набухают). Одной из особенностей глин является способность во влажном состоянии принимать, а затем длительное время сохранять любую приданную им форму. Малый размер и пластичность частичек глины обуславливают их плохую водопроницаемость.

Твердые глинистые породы, образующийся в результате уплотнения и цементации глин, называются аргиллитами.

Супеси содержат 10 – 20% глин, остальная масса представлена пылеватыми частицами. Они хорошо водопроницаемы, не пластичны, при высыхании образуют непрочные комки, с поверхности которых легко оттирается песок. В них всегда много кварца, есть слюда, окислы.

Суглинки отличаются от супесей более высоким содержанием глины (от 20 до 60%), остальная часть – песок, пыль. Они менее пластичны чем глины, водопроницаемы. Во влажном состоянии их можно скатать в очень непрочный шарик или шнур. Суглинки содержат много глинистых минералов группы каолинита, иллита, встречается водная окись железа, алюминия. Из первичных минералов преобладающее значение имеют кварц и слюда.

в) Химические и биохимические породы

По химическому составу различаются породы аллитовые, железистые, фосфориты, карбонатные соли, горючие углеродистые, кремнистые.

Все они характеризуются скрытокристаллической или зернистокристаллической структурой, плотной или пористой текстурой.

1 Фосфориты содержат от 12 до 40% P_2O_5 . Фосфатные вещества представлены апатитом, примесью кварца, кальцита, глауконита.

2 Карбонатные породы состоят в основном из кальцита. Легче всего они распознаются по вскипанию при действии соляной кислотой. Образуются из остатков раковин моллюсков или скелетных образований других организмов. Могут иметь плотную, пористую или ячеистую текстуру. К ним относятся плотные известняки, ракушечники, мел, мергель, доломиты. Плотные известня-

ки характеризуются плотной тонкокристаллической массой белого, желтого или серого цвета.

Ракушечники – известняки, в которых хорошо сохранились различные раковины, цвет разнообразный

Мел – разновидность известняков образованных из скоплений микроскопических раковин и других организмов.

Мергель – твердая или мягкая порода, состоящая из кальцита песчаных или глинистых частиц. При действии соляной кислоты мергель вскипает, оставляя на поверхности грязное пятно в отличии от известняков.

Доломиты - состоят из магнезита (90-95%) и кальцита (5-10%) Не вскипают в куске при действии холодного HCl, но вскипают с горячим раствором HCl После растирания в порошок вскипают и с холодным раствором HCl. Так можно отличить доломит от известняка.

3 Соли. К этой группе относятся осадочные породы, состоящие из хорошо растворимых галоидных и сульфатных минералов (гипс, каменная и калийная соли, ангидрит и др.).

Гипс - наиболее распространенная сернокислая порода. Залежи его образуют зернистую, волокнистую или плотную массу. В воде растворим плохо, по хорошо растворим в слабых растворах соляной кислоты.

Ангидрит - безводный сульфат кальция. Образует сплошные зернистые или плотные массы. Встречается совместно с гипсом.

Каменная соль - образует значительные залежи в виде зернистокристаллической массы галита. Имеет соленый вкус и хорошо растворяется в воде.

Калийные соли также образуют большие залежи и состоят из сильвина, сильвинита. Хорошо растворяются в воде. Имеют различную окраску из-за примесей.

4. Горючие углеродистые породы - горные породы, являющиеся биологическими по происхождению и органическими по составу. К ним относятся торф, угли, горючие сланцы, нефть.

Торф - рыхлая буровато-коричневая или черная порода, состоящая из смеси не полностью разложившихся остатков болотных и древесных растений, содержит от 35 до 59% углерода.

Угли плотная темноокрашенная порода, накапливающаяся на дне мелко-водных бассейнов в процессе разложения и обугливания растительных остатков. Угли по структуре и содержанию углерода подразделяются на бурый (72% C), каменный (83% C) и антрацит (95% C)

Бурый уголь - плотная темно-бурая или темная порода с матовым Плеском и землистым изломом.

Каменный уголь - с хорошо заметной слоистостью, цвет - черный, блеск матовый, пачкает руки, хрупкий, излом раковистый.

Антрацит - отличается от каменного угля большей твердостью, окрашен в черный цвет, имеет полуметаллический блеск, в отличие от каменного угля рук не пачкает.

Горючие сланцы - мергелистые сланцевые породы, пропитанные углеводородами. Сухие образцы при поджигании горят или тлеют с выделением дыма. используются как местное горючее, сырье для добычи газа

Нефть – жидкая черная порода сложного и непостоянного состава. Имеет маслянистый блеск. Окраска различная, от светлой до темной.

5 Кремнистые породы. К этой группе принадлежит широко распространенные осадочные породы органического и химического происхождения. Масса их состоит в основном из опала, халцедона и кварца с примесью песчаных и пылеватых частиц. Главнейшими представителями являются кремнистые туфы, гейзериты, опоки, яшмы.

Осадочные породы сформировались в последний четвертичный период и поэтому их часто называют четвертичными.

Основные генетические типы четвертичных осадочных пород.

Элювиальные породы, или элювий, - продукты выветривания коренных пород, оставшиеся на месте образования. Элювий формируется в горных областях и на равнинных плато. Для элювия характерны тесная связь с исходной породой, постепенный переход от рыхлого мелкоземлистого материала к плотной породе.

Делювиальными породами, или делювием, называются наносы, отложенные на склонах дождевыми и талыми водами. Делювий откладывается в виде пологого шлейфа. В вершине шлейфа часто накапливается грубый материал, иногда обломочный, а в конце шлейфа — пылеватый, глинистый.

Пролювий формируется в горных странах, у подножия гор в результате деятельности временных водных и селевых потоков значительной силы. Пролювий характеризуется плохой сортированностью, включением крупнообломочного материала.

Аллювиальные породы, или аллювий, представляют собой осадки, отложенные при разливе рек (пойменный аллювий). К аллювиальным породам относятся также донные отложения рек (русловый аллювий).

Озерные отложения выполняют понижения древнего рельефа, отличаются глинистостью и слоистостью. Пересыхая, соленые озера образуют солончаки.

Ледниковые, или моренные, отложения — продукты выветривания различных пород, перемещенные и отложенные ледником.

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

Покровные суглинки распространены в зоне ледниковых отложений и рассматриваются как отложения мелководных приледниковых разливов талых вод.

Покровные суглинки в отличие от моренных суглинков характеризуются желто-бурой окраской, хорошо выраженной сортированностью, большим содержанием пылеватых фракций, не содержат валунов.

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

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

Эоловые отложения образуются в результате аккумулятивной деятельности ветра, которая проявляется особенно интенсивно в пустынях. К эоловым отложениям относятся сортированные песчаные наносы, которые откладываются недалеко от областей дефляции. Эти наносы образуют особые формы рельефа — бугры, дюны, барханы.

Морские отложения формируются в результате перемещения береговой линии морей, явлений трансгрессии и регрессии, которые неоднократно наблюдались в четвертичный период. Выходя местами на поверхность, эти породы приводят к образованию засоленных почв.

Рекомендуемая литература:

1. Толстой М.П. Геология с основами минералогии. - М., 1975
2. Методические указания. Основные горные породы
- 3 В.П.Ковриго, И. С.Кауричев, Л. М.Бурлакова. Почвоведение с основами геологии. — М.: Колос, 2008. — 437 С

Контрольные вопросы:

1. Что такое горные породы? И на какие группы по происхождению делятся горные породы?
2. Расскажите о главнейших внешних признаках горных пород.
3. Расскажите о магматических горных породах.
4. Что такое метаморфические горные породы и расскажите как у них бывают структура и текстура?
5. Что собой представляют осадочные горные породы?
6. Что собой представляют обломочные осадочные породы?
7. Расскажите о глинистых осадочных породах.
8. Расскажите о химических и биохимических осадочных породах
9. Расскажите об основных генетических типах четвертичных осадочных пород.

Тема 3 Морфологические признаки почв

Цель: Изучить морфологические признаки почв

План:

3.1 Строение почвенного профиля и почвенные горизонты

- 3.2 Мощность почвы и отдельных ее горизонтов
- 3.3 Переходы между горизонтами в профиле почвы
- 3.4 Окраска почв и горизонтов
- 3.5 Структура почвы
- 3.6 Сложение
- 3.7 Новообразования
- 3.8 Включения
- 3.9 Гранулометрический и скелетный состав почв

К главным морфологическим признакам относятся: строение, мощность почвы и отдельных ее горизонтов, окраска, гранулометрический состав, структура, сложение, новообразования и включения.

3.1 Строение почвенного профиля и почвенные горизонты

Строение почвенного профиля – это его внешний облик, сформированный характерным для каждого типа почвообразования сочетанием генетических горизонтов, сменяющих друг друга в вертикальном направлении. Важнейшей особенностью почвенного профиля – его генетическая целостность. Он формирует из исходной почвообразующей породы как единое целое, расчленяясь в процессе почвообразования на взаимосвязанные генетические горизонты. Отдельные генетические горизонты могут присутствовать в профилях различных типов почв. К ним относятся гумусово-аккумулятивный, глеевый, солевой, карбонатный и некоторые другие горизонты. Однако характер и последовательность генетических горизонтов, составляющих почвенный профиль, степень выраженности их признаков и свойств специфичны для каждого почвенного типа и служат его основной диагностической характеристикой.

Главные факторы формирования почвенного профиля, то есть дифференциации почвообразующей породы на генетические горизонты, следующие: *вертикальные потоки вещества и энергии* (нисходящие и восходящие в зависимости от типа почвообразования, его годовой и многолетней цикличности); *вертикальное распределение живого органического вещества* (вертикальная ярусность корневых систем растений, микроорганизмов, почвообитающих животных); *стадия и степень выветренности почвообразующей породы*. В результате взаимного и согласованного действия этих факторов возникает вертикальная составляющая почвообразовательного процесса, которая в условиях земной поверхности всегда направлена вниз, то есть в глубь почвообразующей породы. Постепенно, с течением времени, она захватывает всё более глубокие её слои.

Варианты строения почвенного профиля столь же разнообразны, как и разнообразен почвенный покров планеты. Однако в обобщённом виде, учитывая характер соотношения генетических горизонтов и распределения веществ в профиле почв, выделяют следующие типы строения генетических почвенных профилей.

Недифференцированный (или слабо дифференцированный) профиль имеют почвы, находящиеся на первых стадиях почвообразования, когда возраст почвы ещё слишком мал и почвенными процессами затронута лишь незначительная часть почвообразующей породы. Выделяется только поверхностный горизонт либо зачатки иных почвенных горизонтов, лежащие непосредственно на материнской породе.

Почвы формирующиеся на породах, обеднённых выветриваемыми минералами, например на кварцевых песках, также не имеют отчётливой дифференциации профиля. Они характеризуются весьма растянутым монотонным профилем, практически не расчленяющимся на генетические горизонты, с очень постепенным переходом от маломощного и слаборазвитого поверхностного гумусового горизонта к породе, не затронутой почвообразованием.

Изогумусовый профиль присущ полнопрофильным почвам с отчётливо выраженной дифференциацией по содержанию гумуса, количество которого максимально в поверхностном слое и постепенно убывает с глубиной. Дифференциация профиля по более стабильным компонентам (илистые и глинистые частицы, полуторные оксиды, кремнезём, первичные минералы) отсутствует. Такой профиль имеют чернозёмы, тёмно-серые лесные и тёмно-каштановые почвы, развитые на мощных четвертичных отложениях.

Элювиально-иллювиально-дифференцированный профиль имеют почвы, у которых под влиянием почвообразования происходит трансформация и перераспределение компонентов, формирующих вещественный состав почвы. Он характеризуется наличием чётко выраженного элювиального горизонта (горизонта выноса) и сопряжённого с ним иллювиального горизонта (горизонт относительной аккумуляции). Этот профиль встречается у многих почв, формирующихся в различных природно-климатических условиях (подзолистые и дерново-подзолистые, серые лесные, солонцы, солоды и др.).

Метаморфический профиль присущ почвам, в образовании которых важная роль принадлежит процессу оглинивания. Накопление глинистых частиц в той или иной части почвы происходит без размещения их по профилю. Такой тип профиля характерен для бурых лесных и коричневых почв.

Гидрогенно-дифференцированный профиль встречается в почвах, сформированных в условиях современного или древнего гидроморфизма (палеогидроморфные почвы) и характеризующихся гидрогенной аккумуляцией веществ в какой-либо части почвенного профиля. Чаще всего это различные засоленные почвы.

Антропогенно преобразованный профиль – почвенный профиль, созданный искусственным путём, в результате деятельности человека. Почвы с таким профилем встречаются на участках, где проводилась рекультивация земель, плантажная вспашка, планировочные работы и т.д. Часто они имеют набор генетических горизонтов, отличный от почв зонального ряда.

Почвенные генетические горизонты - это формирующиеся в процессе почвообразования однородные, обычно параллельные земной поверхности слои

почвы, различающиеся между собой по морфологическим признакам, составу, свойствам.

В профиле почвы выделяют несколько горизонтов, которые можно подразделить на подгоризонты. Каждый горизонт имеет название и буквенное обозначение.

Основоположник почвоведения В.В. Докучаев выделял в почве всего три генетических горизонта: А – поверхностный гумусово-аккумулятивный; В - переходный к материнской породе; С – материнская порода.

В дальнейшем, по мере накопления знаний о почвах и установления факта их большого разнообразия, система почвенных горизонтов получила более широкую индексацию. В ней используются большие и малые буквы латинского алфавита, цифры и символы.

Обычно выделяют следующие генетические горизонты:

Апах - пахотный, Ао- лесная подстилка,

Ad - дернина, А - гумусово-аккумулятивный,

A₁ -гумусово-элювиальный, A₂- элювиальный,

Т – торфяной горизонт

В - иллювиальный, переходный, G - глеевый,

С - материнская порода, Д - подстилающая порода.

Пахотный горизонт (Апах). Этот горизонт образуется за счет верхних слоев почвы при их распашке. В зависимости от типа почвы и мощности пахотного горизонта в него может входить весь гумусовый горизонт, часть его или даже нижележащие горизонты.

Лесная подстилка (Ао) - это горизонт разлагающихся органических остатков с примесью минеральных частиц на поверхности целинных и залежных земель. В лесах этот слой лесной подстилки (опавшие листья, хвоя, ветки и т.д.), а в степях - степной войлок (опавшие листья и стебли травянистых растений).

Дернина (Ad) - горизонт, формирующийся под травянистой растительностью, особенно луговой, и состоящий по крайней мере на половину по объему из корней растений.

Гумусово-аккумулятивный горизонт (А) - горизонт, формирующийся в верхней части почвенного профиля. В нем накапливается наибольшее количество гумуса и питательных веществ. Он наиболее темный в профиле почвы.

Гумусово-элювиальный горизонт (А₁) характеризуется тем, что в нем наряду с накоплением гумуса происходит разрушение минералов и частичный вынос продуктов разрушения.

Элювиальный горизонт (А₂) - осветленный, обычно белесый, располагающийся под каким либо из органогенных горизонтов (Ао, А₁). В этом горизонте происходит разрушение минеральной части почвы и вынос продуктов разрушения в нижележащие горизонты. В результате горизонт обедняется глинистыми минералами, полуторными окислами и относительно обогащается кремнеземом. В разных почвах имеет разное наименование: подзолистый - в подзолах и дерново-подзолистых почвах, осолоделый - в солодах.

Иллювиальный горизонт (В). В нем частично откладываются вещества, которые вымываются из верхних горизонтов. Этот горизонт может обогащаться различными соединениями: гумусом (Вh), карбонатами (Вк), соединениями железа (В_{Fe}), солонцовый (В_{Na}). Этот горизонт по плотности, окраске, наличию новообразований разделяется на подгоризонты В₁, В₂, В₃ и т.д. В почвах, где не происходит перемещения веществ (в черноземах, каштановых), горизонт В называется переходным от гумусово-аккумулятивного к породе.

Глеевый горизонт (G) - минеральный горизонт, формирующийся в условиях постоянного избыточного увлажнения, характеризующийся преобладанием тускло голубоватой, сизой, оливковой окраски, иногда с ржавыми пятнами.

Торфяной горизонт (Т)- образуется в болотных почвах.

Материнская порода (С) представляет собой не затронутую или слабо затронутую почвообразовательными процессами породу.

Подстилаящая порода (Д) выделяется в том случае, когда почвенные горизонты образовались на одной породе, а ниже располагается другая.

3.2 Мощность почвы и отдельных ее горизонтов

Под *мощностью почвы* понимают суммарную мощность всех входящих в её профиль генетических горизонтов от поверхности до материнской породы.

Мощность профиля у разных почв колеблется в широких пределах – от нескольких сантиметров на начальной стадии почвообразования до 30 – 50 см у почв, развитых на плотных породах или в горных областях, и до 1,5 – 2 м у чернозёмов, формирующихся на мощных рыхлых отложениях, представленных лёссами и лёссовидными суглинками.

Отмечая мощность того или иного горизонта, указывают его верхнюю и нижнюю границы, например, Апах - 0-21 см, А₁ - 20-25 см и т.д. При таком отсчете видна не только мощность горизонта, но и глубина его расположения

3.3 Переходы между горизонтами в профиле почвы

При выделении почвенных горизонтов необходимо обращать внимание на характер границ между ними.

По своей форме граница между двумя горизонтами может быть ровной, волнистой, карманной, языковатой, затечной, размытой, пильчатой, полисадной.

По степени выраженности, ясности границ переход между горизонтами может быть резким, ясным или постепенным.

Переход считается постепенным, если окраска одного горизонта сменяется другой на протяжении более 5 см, ясным - на протяжении 2-5 см и резкий - на протяжении не более 2 см.

Границы между горизонтами в профиле выделяются по ряду морфологических признаков, но наиболее часто и в первую очередь по окраске, которая всегда отражает изменение состава почвы. Однако переход к другому горизон-

ту или подгоризонту не всегда сопровождается изменением окраски, тех или иных включений.

3.4 Окраска почв и горизонтов

Окраска почв представляет собой наиболее доступный и, прежде всего, бросающийся в глаза морфологический признак. Цветовые особенности отдельных генетических горизонтов и почвы в целом, первое, что бросается в глаза при характеристике почвенного профиля.

Многие почвы получили свое название в соответствии со своей окраской - подзол, краснозем, чернозем, серозём, желтозём, коричневые и т.д.. Окраска почв отражает и их зональные особенности каждой почвенно-климатической зоне присущи характерные цветовые оттенки почв. Так почвы таежно-лесной зоны имеют светлые, серые и белесые тона, почвы лесостепной - серые и темно-серые, степей - темно-серые и черные, почвы сухих степей - каштановые и т.д.

Цвет почвы обусловлен присутствием в ее составе тех или иных химических соединений.

По С.А. Захарову наиболее важными для окраски являются три группы соединений: 1) гумус; 2) соединения железа; 3) кремнекислота, углекислая известь и каолинит.

Гумусовые вещества обуславливают черную, темно-серую, серую окраску. Соединения окисного железа придают почве красную, оранжевую и желтую окраску.

Кремнезем (SiO_2), углекислый кальций (CaCO_3) и каолинит ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$) обуславливают белую и белесую окраску. В ряде случаев заметную роль в приобретении почвой белесоватых оттенков могут играть гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и легкорастворимые соли (NaCl , $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ и др.).

Различное сочетание указанных трех группы веществ определяет большое разнообразие почвенных цветов и оттенков, сведенных С.А. Захаровым в одну схему (рис.1). В анаэробных условиях оксид Fe(III) переходит в оксид Fe(II) , соединения которого окрашивают почву или отдельные её горизонты и участки в сизые, голубоватые или зеленоватые тона.

На окраску влияют структурное состояние и влажность почвы. Почвы, находящиеся в комковатом, зернистом или глыбистом состоянии, кажутся темнее, чем в распыленном (бесструктурном). Влажные почвы всегда кажутся более темными, чем сухие.

Цвет почвы нередко может выражаться одним словом ("серый", "белесый", "палевый" и т.д.). Но чаще приходится отмечать два слагающих цвет оттенка ("серо-бурая", "коричнево-серая"). Преобладающий цвет становится на последнее место. Необходимо отмечать степень интенсивности цвета и его различные оттенки. При определении цвета отдельных горизонтов необходимо определить прежде всего преобладающий цвет (серый, бурый, коричневый), далее определить насыщенность основного цвета (темно-серый, светло-серый), а так-

же отметить оттенки. Например: "буровато темно-серый". Но можно написать и так: "темно-серый с буроватым оттенком".

При описании отдельных почвенных горизонтов, кроме определенного цвета, необходимо указывать характер окраски - однородная, неоднородная, пятнистая, языковатая, мраморовидная, полосчатая.

При описании пятнистой окраски следует указывать цвет пятен, их форму, размеры, обилие. Например: "Пятна серовато-коричневые, мелкие, много".

В первом приближении можно считать, что почвы с мощными верхними горизонтами, окрашенные гумусом в чёрный или тёмно-серый цвет, в агрономическом отношении наиболее ценные и плодородные. Таковы чернозёмы, тёмно-серые лесные, тёмно-каштановые . лугово-чернозёмные и лугово-каштановые почвы. Почвы окрашенные в серые, коричневые, каштановые цвета, также считаются ценными и плодородными (бурые лесные, коричневые, каштановые почвы). Но они часто имеют относительно неудовлетворительную агрегированность. Почвы с сизыми, голубоватыми, рыжеватыми пятнами и оттенками формируются в условиях избыточного увлажнения и в большинстве случаев характеризуются пониженным плодородием. Значительная часть почв, имеющих горизонты белёсых цветов, относятся к категории малоплодородных (подзолистые, дерново-подзолистые почвы, солоди, засоленные почвы).

3.5 Структура почвы

Структура почвы - это отдельности (агрегаты) различной формы и размеров, на которые распадается почва. Они состоят из соединенных между собой механических элементов и мелких агрегатов. А способность почвы распадаться на эти отдельности называется *структурностью*

Выделяют три группы структурных отдельностей в почвах (мм):

микроагрегаты	< 0,25
мезоагрегаты	0,25 – 10
макроагрегаты	> 10

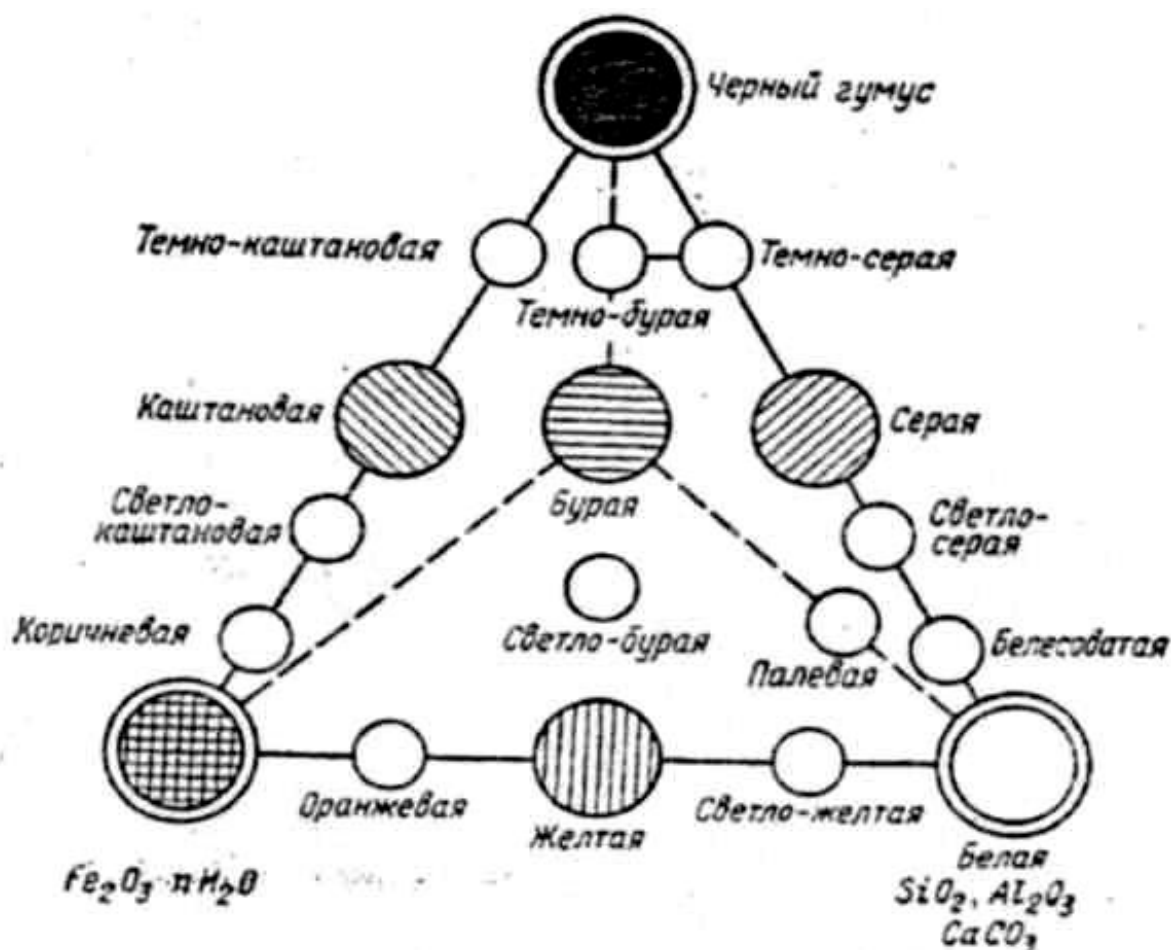


Рис. 1. Треугольник цветов С. А. Захарова.

Агрегаты состоят из соединённых между собой частиц (механических элементов). Они удерживаются в сцепленном виде в результате коагуляции коллоидов, склеивания, слипания под действием сил Ван-Дер-Ваальса, остаточных валентностей и водородных связей, адсорбционных и капиллярных явлений в жидкой фазе, а также с помощью корневых тяжей, гифов грибов и слизи микроорганизмов.

Если почва не распадается на естественные структурные отдельные, а имеет сыпучее состояние, как песок или пыль, то она называется *бесструктурной раздельно частичной*; когда почвенная масса выламывается большими бесформенными глыбами, то почва характеризуется как *бесструктурная массивная*.

По С.А. Захарову различают три основных типа структуры:

- 1) кубовидную - структурные отдельные равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям;
- 2) призматическую - отдельные развиты преимущественно по вертикальной оси;
- 3) плитовидную - отдельные развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении.

Каждый из перечисленных типов в зависимости от характера ребер, граней и размеров подразделяется на более мелкие единицы (рис.2 и табл. 1).

Важным свойством структуры является водопрочность. Водопрочность - это способность агрегатов противостоять размывающему действию воды. Водопрочная структура под действием воды или не разрушается, или лишь частично распадается на микроагрегаты, как, например, структура целинных черноземов. Неводопрочная структура распадается на составляющие ее частицы. При подсыхании образуется корка.

В формировании макроструктуры почвы следует различать два основных процесса: 1) процесс механического разделения почвы на агрегаты, то есть процесс ее крошения, и 2) процесс образования прочных, не размываемых в воде отдельных, то есть образование водопрочной структуры.

Разделение почвы на комки осуществляется в результате изменения объема почвы при попеременном высушивании и увлажнении, при замерзании и оттаивании воды в ней, в следствии давления корней растений, деятельности роющих и копающих животных, и особенно червей, и действия рыхлящих почвообрабатывающих орудий.

Таким образом, если почвенные коллоиды насыщаются этими катионами, то могут образовываться прочные структурные отдельные, не размываемые водой.

При наличии одновалентных катионов, таких как Na^+ , необратимой коагуляции не происходит и прочной структуры не образуется.

Почва может быть структурной и бесструктурной. При структурном состоянии масса почвы или породы разделена на отдельные той или иной формы и размера. При бесструктурном или раздельночастичном состоянии отдельные механические элементы, слагающие почву, не соединены между собой, а существуют раздельно или залегают сплошной сцементированной массой. Рыхлый песок - типичный пример бесструктурного состояния.

В любом из почвенных горизонтов структурные отдельные не бывают одного размера и одной формы. Чаще всего структура бывает смешанной. В этом случае приходится давать двойное название. Например: зернисто-комковатая, ореховато-комковатая. Название преобладающего вида ставится в конце, на второе место.

Различным генетическим горизонтам почв присущи определенные формы структуры. Так комковатая, зернистая структура встречается в гумусово-аккумулятивном горизонте (А), пластинчато-листоватая - в элювиальном (А2), ореховатая, призматическая - в иллювиальном (В).

Наиболее прочно скрепляющими веществами являются органические коллоиды, в частности гуматы кальция, то есть гумус, образующийся в ходе почвообразования.

Большое значение в образовании водопрочной структуры принадлежит и минеральным коллоидам. Однако почвенные агрегаты, образующиеся только при участии только минеральных коллоидов, без гумусовых веществ, не обладают водопрочностью.

Большое значение в образовании водопрочной структуры имеют глинистые минералы и минералы гидроокисей железа и алюминия.

При оценке почвенной структуры надо отличать морфологическое понятие структуры от агрономического. В морфологическом отношении хороша структура, которая четко выражена и легко определяется. А в агрономическом отношении благоприятной будет комковато-зернистая структура верхних горизонтов почвы размером от 0.25 до 10 мм, обладающая водопрочностью и активной пористостью. С агрономической точки зрения структурной считается почва, в которой комковато-зернистые водопрочные агрегаты размером от 0,25 до 10 мм (т.е. мезоагрегаты) составляют более 55%.

3.6 Сложение

Сложение - это внешнее выражение плотности и пористости. Оно зависит от механического состава, структуры, деятельности почвенной фауны и развития корневых систем растений. Кроме того, плотность определяется и цементированием почвенных частиц минеральными коллоидами - кремнекислотой и полуторными окислами.

По степени плотности почвы подразделяют на *слитые (очень плотные), плотные, рыхлые и рассыпчатые*.

Слитое сложение характеризуется очень плотным прилеганием частиц, образующих сцементированную, с большим трудом разламывающуюся массу; почва почти не поддается копке лопатой, требуется применение лома, нож в нее не входит, можно его лишь вбить. Во влажном состоянии почва очень



Рис. 2. Главнейшие типы почвенной структуры по С. А. Захарову.
 I тип: 1 — крупнокомковатая; 2 — среднекомковатая; 3 — мелкокомковатая; 4 — пылевая; 5 — крупноореховатая; 6 — ореховатая; 7 — мелкоореховатая; 8 — крупнозернистая; 9 — зернистая; 10 — порошковая;
 II тип: 11 — «бусы» из зерен почвы; 12 — столбчатая; 13 — столбовидная; 14 — крупнопризматическая; 15 — призматическая; 16 — мелкопризматическая; 17 — тонкопризматическая;
 III тип: 18 — ованцеватая; 19 — пластинчатая; 20 — листоватая; 21 — грубоочешуйчатая; 22 — мелкоочешуйчатая.

вязкая и пластичная. Присуща для иллювиальных горизонтов солонцов и сцементированных, оруденелых, горизонтов гидроморфных почв.

Таблица 3- Классификация структурных отдельностей почв (по С.А. Захарову)

Род	Вид	Размер, мм
I тип: кубовидная структура		
<i>Грани и рёбра выражены плохо</i>		
Глыбистая	Крупноглыбистая	более 100
	Мелкоглыбистая	100-50
Комковатая	Крупнокомковатая	50-30
	Комковатая	30-10
	Мелкокомковатая	10-0,5
	Пылеватая	менее 0,5
<i>Грани и рёбра выражены хорошо</i>		
Ореховатая	Крупноореховатая	более 10
	Ореховатая	10-7
	Мелкоореховатая	7-5
Зернистая	Крупнозернистая	5-3
	Зернистая	3-1
	Мелкозернистая	1,0-0,5
II тип: призмовидная структура		
<i>Грани и рёбра выражены плохо</i>		
Столбовидная	Крупностолбовидная	более 50
	Столбовидная	50-30
	Мелкостолбовидная	менее 30
<i>Грани и рёбра выражены хорошо</i>		
Призматическая	Крупнопризматическая	более 50
	Призматическая	50-30
	Мелкопризматическая	30-10
	Карандашная	менее 10
III тип: плитовидная структура		
Плитчатая	Сланцевая	более 5
	Плитчатая	5-3
	Пластинчатая	3-1
	Листовая	менее 1
Чешуйчатая	Скорлуповидная	более 3
	Грубочешуйчатая	3-1
	Мелкочешуйчатая	менее 1

Плотное сложение почву копают лопатой с большим усилием. В сухом состоянии она монолитна, выбивается большими глыбами, во влажном - вязкая, требует значительных усилий для вдавливания ножа в почву. Оно типично для иллювиальных горизонтов с суглинистым и глинистым гранулометрическим составом.

Рыхлое сложение наблюдается в хорошо оструктуренных гумусовых горизонтах, а также в пахотных, если почву обрабатывали в спелом состоянии.

Рассыпчатое сложение характерно для пахотных горизонтов песчаных и супесчаных почв. Частицы почв не связаны друг с другом, и масса обладает сыпучестью.

При морфологической характеристике почвенного профиля оценку пористости проводят с учётом формы и размера пор внутри структурных отдельных и между ними. Необходимо различать собственно поры и трещины, поскольку это два генетически различных типа почвенных пустот, связанных с разными процессами и явлениями в почвах.

Пористость характеризуется формой и размерами пор внутри структурных отдельных или между ними.

По расположению пор внутри структурных отдельных различают следующие типы сложения:

- 1) тонкопористое - почвы пронизаны порами диаметром менее 1 мм;
- 2) пористое - диаметр пор колеблется от 1 до 3 мм;
- 3) губчатое – в почве встречаются пустоты размером 3 – 5 мм;
- 4) дырчатое – размер пустот составляет 5 – 10 мм, обусловлено деятельностью мелких землероев;
- 5) ячеистое – пустоты превышают 10 мм, встречается в субтропических и тропических почвах.

Трещины – это вытянутые, чаще всего в вертикальном направлении при относительно малой ширине, полости в почве. Они образуются в результате сжатия, расширения или усадки почвенной массы в процессах увлажнения-иссушения, охлаждения-нагрева, замороза-оттаивания. Чем тяжелее гранулометрический состав почвы, тем больше она содержит минеральной группы монтмориллонита и хуже оструктурена, тем в большей степени почва подвергается растрескиванию.

Глубина поверхностных трещин варьирует в очень широких пределах: от нескольких миллиметров до 1 – 2 м. Ширина трещин также весьма разнообразна: от долей миллиметра до 10 – 20 см.

По степени трещиноватости почвы в зависимости от ширины трещин подразделяются следующим образом:

- мелкотрещиноватые – менее 3 мм;
- трещиноватые – 3-10 мм;
- крупнотрещиноватые – более 10 мм.

По глубине трещин также выделяют несколько градаций:

- поверхностотрещиноватые – менее 1 см;
- неглубокотрещиноватые – 1-50 см;
- глубокотрещиноватые – 50-100 см;
- сверхглубокотрещиноватые – более 10 см.

Сложение - важный показатель при агрономической оценке почвы. От него зависит возможность обработки почвы сельскохозяйственными орудиями, а также проникновение воды и корней растений в почву.

3.7 Новообразования

Новообразования - это скопление веществ различной формы и химического состава, которые формируются и откладываются в горизонтах почвы в результате почвообразовательных процессов. По происхождению различают химические и биологические новообразования.

По составу химические новообразования подразделяются на следующие группы:

1. *Скопление легкорастворимых солей* (NaCl CaCl_2 MgCl_2 Na_2SO_4). Они встречаются в засоленных почвах и породах в условиях сухой полупустынной и пустынной степи.

Наиболее характерные формы скоплений - начеты и выцветы, белые корочки и примазки, крупинки и отбельные кристаллы солей.

2. *Скопления гипса* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Они отмечаются в тех же почвах, что и легкорастворимые соли. Характерные формы - выцветы и начеты, корочки и прожилки. Гипс встречается также в форме крупных кристаллов, стекловидных пластинок или крупных сердцевидных сростков, называемых "земляные сердца".

3 *Скопления углекислой извести, то есть карбоната кальция* (CaCO_3). Эти новообразования встречаются в почвах всех зон, но наиболее типичные формы образуются в черноземах. По форме они подразделяются на начеты, придающие почве "седину": известковую плесень в виде скопления тончайших игольчатых кристаллов; псевдомицелий - очень тонкие прожилки мучнистой кристаллической извести; белоглазку - рыхлые белые пятна диаметром 1 - 2 см скопления с резко очерченными краями, четко выступающие на фоне почвенных горизонтов, журавчики - плотные скопления различной формы и размеров; бутики - такие же скопления, но пустые внутри. Встречаются и другие формы.

В черноземах обыкновенных и южных, распространенных в Костанайской области, углекислая известь встречается в виде белоглазки.

4 *Скопления окислов и гидратов окисей железа, марганца и фосфорной кислоты*. Эти новообразования наиболее характерны для почв дерново-подзолистой зоны и влажных субтропиков, а в условиях избыточного увлажнения нередко встречаются и в почвах других зон. Выделяются следующие формы: начеты и пленки, выцветы бурого и темного цвета, образующиеся на поверхности структурных отдельностей; примазки, пятна и потеки различного

цвета (черные, охристо-ржавые и др.), конкреции и бобовины - прочные скопления округлой формы.

5. *Закисные соединения железа*. Они образуются в условиях избыточного увлажнения почв при анаэробных условиях, поэтому встречаются главным образом в болотных и заболоченных почвах.

6. *Скопления кремнекислоты* встречаются в виде следующих форм: кремнеземистая присыпка - тончайший белесый налет на поверхности структурных отдельностей, представляющих собой мелкие фракции кварца и полевых шпатов, с поверхности которых удалены пленки гумуса и гидроокиси железа.

Кремнеземистая присыпка - это показатель проявления в профиле почвы подзолистого процесса.

7. *Выделения и скопления органических веществ*: гумусовые потеки и корочки, покрывающие поверхность структурных отдельностей; гумусовые пятна, карманы, языки - проникновение перегнойных веществ в нижележащие горизонты по трещинам на значительную глубину.

К новообразованиям биологического происхождения относят:

1) *червоточины* - извилистые ходы червей;

2) *капролиты* - образования в виде небольших клубочков почвы, прошедших через пищеварительный тракт червей;

3) *котовины* - пустые или заполненные ходы роющих животных; корневины - сгнившие крупные корни растений;

5) *дендриты* - узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

По новообразованиям в почве можно судить об агрономических свойствах и о процессах, происходящих в почвах. Так сизые и охристые пятна говорят о том, что почвы образовались в условиях избыточного увлажнения и обладают явно неблагоприятными свойствами. Выцветы и другие новообразования легкорастворимых солей в профиле почвы (например, каштановой) свидетельствуют о её засолении, что неблагоприятно для культурных растений. В то же время обильные червоточины и капролиты свидетельствуют о довольно высокой биогенности почвы и рассматриваются как положительное явление

3.8 Включения

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

По происхождению включения можно разделить на четыре группы.

- *Литоморфы* – обломки почвообразующей породы, рассеянные в почве (камни, валуны, гальки);

- *Криоморфы* – различные формы льда, связанные с сезонной или вечной мерзлотой (конкреции, линзы, прожилки);

- *Биоморфы* – включения, образования которых связано с деятельностью живых организмов: 1) остатки корней, стеблей, стволов растений; 2)

кости животных; 3) раковины моллюсков; 4) окаменелости – кремневые, обысвесткованные, загипсованные или ожелезненные остатки растений.

- *Антропоморфы* – предметы, связанные с деятельностью человека (фрагменты кирпича, стекла, металлические предметы и т.п.). К последним относят археологические находки, позволяющие судить о возрасте почв.

3.9 Гранулометрический и скелетный состав почв

Понятия и классификации

Твердая фаза почвы состоит из механических элементов различного происхождения. *Механические элементы* — это разнообразные по величине обломки минералов и горных пород, органические вещества и органо-минеральные соединения. Кристаллы льда и живое вещество к механическим элементам не относится.

Механические элементы в основном достаются почве в наследство от материнской породы. Но они не остаются неизменными в процессе почвообразования, так как в почве постоянно происходят разнообразные явления: дробление, растворение, гидролиз, осаждение, гумификация и др. Наблюдаются также процессы перемещения тонких механических элементов по профилю многих почв, обеднение ими верхних горизонтов и обогащение нижних.

Механические элементы неодинаковы по размеру. В Казахстане принята классификация, разработанная Н.А. Качинским:

<i>Название механических элементов</i>	<i>Диаметр элементов, мм</i>
Скелет почвы	
камни	более 3
гравий	1 — 3
Мелкозем почвы	
песок	1,0-0,05
пыль	0,001-0,05
ил	менее 0,001
песок физический	более 0,01
глина физическая	менее 0,01

Почвы с содержанием скелетных механических элементов называют каменистыми. Они могут быть валунными, галечниковыми и щебнистыми.

Гранулометрический состав — содержание в мелкоземной почве механических элементов (фракций) различной крупности. Почвы классифицируются по гранулометрическому составу в зависимости от содержания физического песка (частицы крупнее 0,01 мм) или физической глины (частицы менее 0,01 мм) (табл. 2).

В бытовой терминологии различают почвы глинистые, песчаные, суглинистые (глина, песок, суглинок). В научно-практических специальных исследованиях для более детального деления почв по гранулометрическому составу

Таблица 4- Классификация почв по гранулометрическому составу

Название почвы по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (частиц менее 0,01 мм), %		
	Подзолистый тип почвообразования	Степной тип почвообразования красноземы и желтоземы	Солонцы и солонцеватые почвы
Песок рыхлый	0-5	0-5	0-5
Песок связный	5-10	5-10	5-10
Супесь	10-20	10-20	10-15
Суглинок легкий	20-30	20-30	15-20
Суглинок средний	30-40	30-45	20-30
Суглинок тяжелый	40-50	45-60	30-40
Глина легкая	50-65	60-75	40-50
Глина средняя	65-80	75-85	50-65
Глина тяжелая	более 80	более 85	более 65

используется содержание преобладающих фракций: песка (1-0,25 мм), пыли (0,25-0,001 мм) и ила (менее 0,001 мм). Так, могут выделяться черноземы среднеглинистые иловато-пылеватые или каштановые почвы суглинистые иловато-песчаные (иловато-пылеватые, пылеватые и т. п.). Детализированная классификация почв по гранулометрическому составу применяется редко.

Генетическое и экологическое значения гранулометрического состава

Гранулометрический состав - важнейшая характеристика почвы. От нее зависят очень многие свойства почвы и ее плодородие. Гранулометрический состав оказывает существенное влияние на водно-физические, физико-механические, воздушные, тепловые свойства, окислительно-восстановительные условия, поглотительную способность, накопление в почве гумуса, зольных элементов и азота.

Размеры частиц отражают различия в свойствах гранулометрических фракций, свойства которых напрямую зависят от удельной поверхности частиц и их химического и минералогического состава.

Песчаная фракция (1—0,25 мм) состоит из обломков разных горных пород и минералов, среди которых чаще всего преобладает кварц и полевые шпаты. Пески имеют очень высокую водопроницаемость, свободно фильтруют воду, не набухают, не пластичны. Эти их свойства повсеместно используются при заполнении различных выемок, например, "капав и траншей, где недопустима усадка грунта.

Фракция крупной пыли (0,25—0,001 мм) по минералогическому составу мало отличается от песчаной, поэтому обладает многими свойствами песка: не пластична, очень слабо набухает, имеет низкую влагоемкость.

Средняя пыль (0,01—0,005 мм) в своем составе содержит много слюды. Слюды придают фракции некоторую пластичность и связанность. Средняя пыль уже более дисперсна, чем предыдущие крупные фракции. Например, 1 г частиц этой фракции имеет удельную поверхность около 2000 см². Поэтому средняя пыль лучше удерживает влагу и обладает слабой водопроницаемостью. Характерна неспособность частиц к коагуляции и структурообразованию. Почвы, в которых преобладает фракция средней пыли, легко распыляются, склонны к уплотнению и образованию сплошной корки.

Тонкая пыль (0,005—0,001 мм) характеризуется относительно высокой дисперсностью. Кусочки горных пород отсутствуют, характерно наличие минералов как первичных, так и вторичных. Заметно резкое уменьшение количества кварца. Появляются свойства, не присущие крупным фракциям: способность к коагуляции и структурообразованию. Фракция тонкой пыли уже может содержать органические вещества. В неструктурных почвах присутствие этой фракции способствует развитию явлений набухания, усадки, низкой водопроницаемости, липкости, трещиноватости, плотного сложения.

Ил (< 0,001 мм) состоит преимущественно из вторичных глинистых минералов, гумусовых и органо-минеральных веществ. Все коллоиды почвы входят в состав этой фракции. Илистые частицы обладают громадной поверхностной энергией, так 1 г частиц имеет удельную поверхность около 20 000 см². Илистую фракцию называют **плазмой почвы**. Это главный участник практически всех происходящих в почве процессов. Содержание ила предопределяет многие генетические характеристики почвы. Связь с илом характерна для запасов гумуса, поглощенных оснований, глубины появления карбонатов. В илистой фракции почв сосредоточен почти весь гумус. Здесь главным образом сконцентрированы азот и фосфор, а также многие жизненно необходимые для растений элементы. От количества ила, содержащегося в почвах, и его способности к агрегированию во многом зависят физические свойства почв, их влагоемкость и структурное состояние, водопроницаемость. Ил — главный поглотитель, абсорбент многих тонкодисперсных веществ, в том числе и загрязнителей окружающей среды, различных катионов, включая как элементы-биофилы, так и тяжелые металлы и радиоактивные элементы. Физические и водно-физические свойства фракции ила зависят от состояния дисперсности частиц. Скоагулированные оструктуренные частицы ила придают почвам в высшей степени экологически оптимальные условия влаго- и воздухообеспеченности биологических объектов. Наоборот, бесструктурный дезагрегированный ил превращается в твердую сплошную массу, где нет места ни свободному воздуху, ни доступной живым организмам влаге. Это сплошная, вязкая, липкая, набухающая при увлажнении и сильно растрескивающаяся при высыхании глинистая масса.

Таким образом, гранулометрический состав играет существенную роль при регулировании водного режима почв и проведении оросительных и осушительных мелиораций. Велико его влияние на скорость просыхания почв, он определяет различное сопротивление почв воздействию почвообрабатывающих

орудий в связи с неодинаковой липкостью и плотностью песчаных и глинистых почв. Песчаные и супесчаные почвы легко поддаются обработке и называются *легкими*, а тяжелосуглинистые и глинистые почвы — *тяжелыми*. Существенную роль играет гранулометрический состав в тепловых свойствах почв: легкие почвы относятся к более «теплым», т. е. быстрее оттаивают и прогреваются. Тяжелые почвы считаются «холодными». Это имеет большое значение на северной границе распространения земледелия. Гранулометрический состав почв часто определяет ландшафтный облик громадных территорий в различных природных зонах земли: глинистые такыры и песчаные барханы в пустынях, сосновые боры на песках таежного пояса и т. д.

Высокая значимость гранулометрического состава в почвообразовании и в плодородии почв определяет постоянное внимание к его изучению как ученых, так и практиков сельского хозяйства. Это важнейшее условие среды обитания растений. Его экологическая **значимость** прежде всего определяется тем, что с гранулометрическим составом связаны богатство или бедность почв. Обычно чем легче гранулометрический состав, тем меньше в почвах гумуса и элементов питания растений. По мере возрастания количества илистых частиц увеличивается и потенциальное плодородие. Однако потенциальное плодородие зависит не только от богатства почвы, но и от ее физического состояния. Так, очень тяжелые глинистые почвы хотя и могут содержать много гумуса и элементов питания, но снижают свое плодородие из-за ухудшения физических свойств. Это характерно для слитых почв черноземной полосы и долин рек, серых и бурых лесных почв, каштановых почв сухих степей. Негативное влияние высокого содержания глинистых частиц в почвах может быть компенсировано их хорошей оструктуренностью. Такие свойства типичны для черноземов, имеющих хорошую структуру при глинистом составе, для сероземов, обладающих карбонатной микроагрегатностью, для красных и желтых аллитных почв с железистой псевдопесчаной агрегатностью.

Впервые количественная оценка плодородия почв в зависимости от гранулометрического состава сделана Н.А. Качинским. Его материал дает общую ориентировочную оценку в целом для разных почвенных зон нашей страны (табл. 3). Данные приводятся для хлебных злаков с учетом запасов питательных веществ в почвах, водного, воздушного и теплового режима, степени и трудности окультуривания почв различного гранулометрического состава. При проведении кадастровых исследований в различных регионах страны обязательно учитываются местные условия. Например, в Ростовской области плодородие черноземов и каштановых почв различного гранулометрического состава несколько отличается от показателей, приводимых Н.А. Качинским (табл. 4). Оказывается, очень велико различие в уровне плодородия одного типа почвы в зависимости от гранулометрического состава.

Не все растения одинаково реагируют на гранулометрический состав почв. Несмотря на большую экологическую приспособленность к почвам различного гранулометрического состава, есть определенный оптимум для каждой группы культур, и это необходимо учитывать при разработке мероприятий по

рациональному использованию земель. Например, черешня и картофель неплохо плодоносят на тяжелосуглинистых черноземах. Однако наибольшая урожайность, лучшее развитие наблюдается на супесчаных и легкосуглинистых почвах. Есть целая группа растений-псаммофитов, предпочитающих песчаные местообитания: житняк сибирский, кумарчик песчаный, саксаул, овес песчаный, сосна и др. Многие растения, такие как кукуруза, слива, вишня, ель, дуб и другие, не выносят песчаных почв.

Особенно важно учитывать гранулометрический состав почв при выборе участков под многолетние насаждения, так как ошибки, допущенные при закладке садов и виноградников, обнаруживаются слишком поздно и чреваты значительными затратами труда и средств.

Рекомендуемая литература:

- 1 Б. Г. Розанов. Морфология почв - М. : Академический Проект, 2004. - 432 с.
- 2 В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. Почвоведение - Изд. 2-е, испр. и доп. - М., Ростов н/Д : МарТ, 2006. - 496 с.
- 3 Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатъев Н.Н. Общее почвоведение. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о строении почвенного профиля.
2. Какие почвенные горизонты могут быть в почвах?
3. Сто собой представляет мощность почвы и отдельных её горизонтов?
4. Какие могут быть переходы между горизонтами в профиле почвы?
5. Расскажит об окраске почв и горизонтов.
6. Что такое структура почвы и структурность?
7. Расскажит о типах структур по С.А. Захарову.
8. Расскажите о сложение почв.
9. Расскажит о почвенных новообразованиях.
10. Что такое включения?
11. Понятие и классификация почв по гранулометрическим составу.

Тема 4 Органическая часть почвы

Цель: Изучить происхождение, источники, состав и свойства органического вещества почвы, особенности состава гумуса и гумусообразования в различных почвах, роль гумуса в почвообразовании и плодородии почв.

План:

- 4.1 Источники органического вещества в почве.
- 4.2 Процессы превращения органических остатков в почве.
- 4.3 Состав гумуса.
- 4.4 Показатели гумусового состояния почв

4.5 Роль гумуса в почвообразовании, плодородии и питании растений.

4.1 Источники органического вещества в почве.

Органическая часть почвы представлена тремя компонентами: живыми организмами (растения, животные микроорганизмы), органическими остатками и продуктами их разложения, а также гумусом.

Источником гумуса являются органические остатки высших растений, микроорганизмов и животных, обитающих в почве. Под травянистой растительностью основным источником гумуса являются корни. В почвах под лесом основным источником формирования гумуса является подстилка, количество которой зависит от зоны, состава, возраста и густоты насаждений, а также от развития травянистого и мохового покрова.

Корни древесной растительности многолетние, и участие их в образовании гумуса невелико.

Органические остатки микроорганизмов составляют около 1/3 остатков биомассы зеленых растений. Органических остатков почвенной фауны накапливается очень мало - 100-200 кг сух. Вещества на 1 га.

Таким образом, первичным и основным источником органических веществ, из которых образуется гумус. Являются остатки зеленых растений в виде наземного опада и корней.

Химический состав органических остатков разнообразен. Основную часть (75-90%) составляет вода. В сухое вещество входят углеводы, белки, лигнин, липиды, воски, смолы, дубильные и многие другие вещества. Соотношение между группами веществ в органических остатках различно. Так главная масса бактерий представлена белками. В древесине и хвое много лигнина, смол и дубильных веществ, но мало белков; разложение таких остатков идет медленно.

Остатки трав богаты белками, разлагаются быстро. Органические остатки всегда содержат некоторое количество зольных элементов: калия, магния. Кремня, фосфора, серы, железа и др. Очень низкая зольность у древесины; много зольных элементов в остатках трав.

В пахотных почвах источником гумуса являются пожнивные и корневые остатки культурных растений и органические удобрения (навоз, компосты и т.д.).

4.2 Процессы превращения органических остатков в почве.

Превращение органических остатков в гумус совершается в почве при участии микроорганизмов, животных, кислорода воздуха и воды.

Остатки зеленых растений, попадающие в почву или на ее поверхность, разлагаются микроорганизмами и используются ими как источник питания и энергии. В процессе разложения эти остатки теряют анатомическое строение, а составляющие их вещества переходят в более подвижные и

простые соединения. Часть этих соединений полностью минерализуется микроорганизмами, а продукты распада усваиваются зелеными растениями, часть продуктов разложения используется гетеротрофными микроорганизмами для синтеза вторичных белков, жиров, углеводов и других соединений. И, наконец, некоторая часть продуктов разложения превращается в сложные высокомолекулярные вещества – гумусовые кислоты. Этот процесс называется гумификацией, его агентами являются кислород воздуха, вода, ферменты микроорганизмов.

Активное участие в превращении органических остатков в гумус играют почвенные животные, которые измельчают, перемешивают всю массу органических остатков, перерабатывают их и выбрасывают в виде экскрементов в почву. Особенно велика роль дождевых червей.

Таким образом, превращение органических остатков в гумус (гумусообразование) является совокупностью процессов разложения исходных органических остатков, синтеза вторичных форм микробной плазмы и их гумификации.

Скорость гумусообразования зависит и от различных природных условий. В аэробных условиях при достаточном количестве влаги и при благоприятной температуре (25-300C) органические остатки разлагаются интенсивно. В этих же условиях энергично идет минерализация, как промежуточных продуктов, так и гумусовых веществ. В почве накапливается мало гумуса, но много элементов зольного питания. При постоянном и резком недостатке влаги в почве накапливается мало растительных остатков, процессы гумификации и минерализации замедляются, и гумуса образуется мало.

При постоянном избытке влаги, а также при низких температурах процессы гумификации замедляются. Органические остатки разлагаются в анаэробных условиях, и накапливается много газообразных продуктов (CH_4 , H_2S), угнетающих жизнедеятельность организмов. Процесс разложения постепенно затухает, гумификация идет слабо, и органические остатки превращаются в торф.

Для накопления гумуса наиболее благоприятно сочетание в почве оптимальных водного и воздушного режимов и периодического повторяющегося иссушения. Такой режим свойственен черноземам. Большое влияние на направление и скорость гумусообразования оказывает химический состав разлагающихся остатков и характер их поступления в почву.

Остатки травянистой растительности, особенно бобовых растений, разлагаются в почве в присутствии значительного количества оснований. В таких условиях образуется «мягкий гумус», равномерно пропитывающий минеральную часть почвы.

Остатки древесной растительности, бедные белками, содержащие мало зольных элементов, обогащенные лигнином, восками и смолами, поступают на поверхность почвы в виде наземного опада и разлагаются в условиях сквозного промывания подстилки осадками. Подстилка разлагается в присутствии грибов с образованием большого количества органических кислот. Кислая

реакция подавляет гумификацию и на поверхности почвы образуется «грубый» гумус», содержащий много полуразложившихся остатков.

На гумусообразование влияет также видовой состав почвенных микроорганизмов, гранулометрический состав почвы и физико-химические свойства.

4.3 Состав гумуса.

Гумусом называют сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков. Содержание гумуса в почве колеблется от 1-2 до 12-15 %, резко или постепенно уменьшаясь с глубиной.

Гумус состоит из двух групп веществ: специфической и неспецифической. Неспецифические вещества (белки, углеводы, липиды, смолы и т.д.) составляют в почве 10-15 %.

Специфические (гумусовые) вещества представляют собой систему высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений циклического строения и кислотной природы. К ним относятся гуминовые и фульвокислоты, а также гумин.

Гуминовые кислоты темноокрашенны, накапливаются на месте своего образования, не растворяются в воде, слабо растворимы в щелочах, слабо мигрируют по профилю почвы. Состоят из углерода (52-62 %), водорода (2,8-5,8 %), кислорода (31-39 %), азота (1,7- 5 %). Содержание этих элементов в гуминовых кислотах зависит от типа почвы, химического состава разлагающихся остатков, условий гумификации. Наиболее обуглерожены гуминовые кислоты черноземов. Молекулы гуминовых кислот имеют сложное сетчатое строение.

Соли гуминовых кислот – гуматы. Они являются хорошим структурообразующим веществом в почве.

Фульвокислоты – высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты. Они желтого цвета, хорошо растворимы в воде, кислотах, слабых растворах щелочей, образуют растворимые соли фульваты. Водные растворы фульвокислот сильноокислые (рН 2,6 -2,8). Фульвокислоты благодаря сильноокислой реакции и хорошей растворимости в воде энергично разрушают минеральную часть почвы. Чем меньше в почве гуминовых кислот, тем больше разрушающее действие фульвокислот.

Гумин – комплекс гуминовых и фульвокислот, очень прочно связанный с минеральной частью почвы и не выделяющийся из нее при обычных способах экстрагирования.

В любой почве гумусовые вещества представлены гуминовыми кислотами и фульвокислотами и их солями (гуматами, фульватами, алюмо- и железогумусовыми кислотами. Все эти соединения могут иметь различную прочность связи с минеральной частью почвы.

4.4 Показатели гумусового состояния почв

Гумусное состояние почв характеризуется большим набором показателей, отражающих уровни накопления гумуса в почве, его профильное распределение, качественный состав.

Для агрономической характеристики почв используют следующие показатели.

1. Содержание гумуса в процентах в гумусных горизонтах (С,%):

очень высокое > 10

высокое 6-10

среднее 4-6

низкое 2-4

очень низкое <2

2. Запасы гумуса (ЗГ, т/га) рассчитывают по формуле:

$ЗГ = C \cdot d_v \cdot h$, где

ЗГ – запасы гумуса, т/га;

d_v – плотность почвы, г/см³;

h – мощность слоя, см

Запас гумуса в слоях 0-20 см (0-100 см), т/га оцениваются по следующей шкале:

очень высокий >200 (>600);

высокий 150-200 (400-600);

средний 100-150 (200-400);

низкий 50-100 (100-200);

очень низкий <50 (<100).

3. Профильное распределение гумуса в метровой толще (резко убывающее, постепенно убывающее, равномерное и др.).

4. Тип гумуса определяется по соотношению гуминовых и фульвокислот

(СГК:СФК):

гуматный >2;

фульватно-гуматный 1-2;

гуматно-фульватный 0,5-1;

фульватный <0,5;

5. Обогащенность гумуса азотом оценивают по атомному соотношению С:N:

очень высокая >5;

высокая 5-8;

средняя 8-11;

низкая 11-14;

очень низкая <14.

4.5 Роль гумуса в почвообразовании, плодородии и питании растений.

Гумус играет большую роль в почвообразовании и развитии плодородия.

1. В гумусе накапливаются и долго сохраняются все основные элементы питания растений и микроорганизмов. При постепенной его минерализации все элементы переходят в минеральные формы и используются растениями.

2. При разложении гумуса и органических остатков выделяется много углекислого газа, который поступает в припочвенные слои атмосферы и служит источником углеродного питания растений.

3. Гумусовые вещества и промежуточные продукты распада органических остатков активно участвуют уже на первом этапе почвообразования – биологическом выветривании минералов и разрушении горных пород. Наиболее энергично минералы разрушаются под действием фульвокислот. При этом из минералов извлекаются необходимые для организмов элементы питания.

4. Гумус играет большую роль в формировании профиля почвы. В тех почвах, где образуется много гуминовых кислот, которые обычно накапливаются на месте своего образования, формируется хорошо выраженный гумусовый горизонт. Если в почве много кальция, гуминовые кислоты образуют гуматы кальция, участвующие в создании водопрочной структуры.

5. Если в составе гумуса много фульвокислот, что характерно для почв с постоянно или временно избыточным увлажнением, эти почвы легко обедняются кальцием, магнием, калием и другими основаниями. Реакция почвы становится кислой, разрушаются силикаты и алюмосиликаты.

6. Благодаря органическому веществу почва заселяется многочисленными микроорганизмами и почвенными животными, с которыми связаны самые сложные разнообразные биохимические процессы.

Рекомендуемая литература:

- 1 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982.
- 2 В.Д. Муха. Агропочвоведение. – М.: КолосС, 2003.
- 3 Д.С. Орлов Химия почвы.- М.: Издательство Московского университета, 1985

Контрольные вопросы:

- 1 Что представляет собой органическая часть почвы?
- 2 Перечислите источники гумуса.
- 3 Что является источником гумуса в пахотных почвах?
- 4 Что такое гумус, из каких веществ он состоит?
- 5 Сколько содержится гумуса в различных типах почв?
- 6 Перечислите основные показатели гумусного состояния почв?
- 7 Какую роль играет гумус в почвообразовании почв и развитии плодородия?

Тема 5 Почвенные коллоиды и поглощительная способность почв

Цель: Изучить происхождение, состав и свойства почвенных коллоидов, познакомиться с поглощительной способностью почв, ее видами.

План:

5.1 Почвенные коллоиды, их строение, свойства и состав.

5.2 Поглощительная способность почв и ее виды.

5.3 Емкость поглощения и состав обменных катионов различных типов почв.

5.4 Значение поглощительной способности почв.

5.1 Почвенные коллоиды, их строение, свойства и состав.

Почва является сложной полидисперсной системой, состоящей из частиц разной величины. Наиболее дисперсная часть почвы представлена коллоидами (частицы размером менее 0,0001 мм). Содержание коллоидов в почве невелико, оно редко превышает 30% почвенной массы, но влияние их на свойства почвы и уровень плодородия исключительно большое.

Коллоиды – двухфазные системы и состоят из дисперсной фазы (массы коллоидных частиц) и дисперсионной среды (почвенный раствор).

Характерными особенностями почвенных коллоидов являются очень большая суммарная и удельная поверхность и наличие двойного электрического слоя ионов на границе раздела между дисперсной фазой и дисперсионной средой.

Большая суммарная и удельная поверхности обусловлены высокой степенью дисперсности, вследствие чего масса коллоидной частицы относительно невелика по сравнению с ее поверхностью. Эта особенность определяет реакционную способность коллоидов.

Коллоидную частицу по предложению Вигнера, называют **мицеллой**.

Схематично представить строение мицеллы можно следующим образом:

Ядро – твердая частица, состоящая из сгустка молекул вещества. На поверхности ядра формируется *двойной электрический слой ионов*, который состоит из внутреннего – *потенциалопределяющего слоя неподвижных ионов*, прочно связанных с ядром, и внешнего – *компенсирующего слоя ионов* противоположного знака заряда. Ядро вместе с потенциалопределяющим слоем ионов называется **гранулой**. Часть ионов компенсирующего слоя неподвижна, так как прочно связана с внутренним слоем ионов, часть подвижна и образует внешний или диффузный слой. Этот слой образует рой ионов, способных к обменным реакциям.

В зависимости от состава ионов потенциалопределяющего слоя различают ацидоиды, базойды и амфолитоиды.

Ацидоиды – отрицательно заряженные коллоиды, содержащие в потенциалопределяющем слое анионы, а в диффузном – катионы.

Базоиды – положительно заряженные коллоиды, в потенциалоопределяющем слое содержат катионы, а в диффузном слое – анионы.

Амфолитоиды – коллоиды, способные менять характер диссоциации молекул двойного электрического слоя ионов в зависимости от реакции среды. Поэтому могут вести себя как базоиды или как ацидоиды.

В почве основная масса коллоидов – ацидоиды.

По отношению к жидкой фазе коллоиды делятся на гидрофильные и гидрофобные. Гидрофильные – коллоиды, способные поглощать молекулы воды, которая образует на их поверхности многослойную пленку.

Гидрофобные коллоиды практически не гидратируются.

Коллоиды могут находиться в двух состояниях: *золя* (коллоидного раствора) и *геля* (коллоидного осадка).

Коагуляция – переход коллоида из состояния золя в состояние геля (соединение, склеивание коллоидных частиц и образование осадка). Обратный процесс – *пептизация*. Коллоиды, которые после коагуляции могут пептизироваться вновь называют обратимыми.

Рассмотренные свойства имеют большое значение в почвообразовании, так как обуславливают их способность к аккумуляции и передвижению в пределах почвенного профиля, а следовательно, к их участию в формировании аккумулятивных, элювиальных и иллювиальных горизонтов почвы.

Огромное значение имеют адсорбционные свойства коллоидов – способность поглощать катионы, анионы и целые молекулы находящихся в почвенном растворе веществ. Различают ионную и молекулярную сорбцию.

В почве встречаются три группы коллоидов: минеральные, органические и органо-минеральные.

Минеральные коллоиды представлены глинистыми минералами, коллоидными формами кремнезема и полуторных окислов.

Органические коллоиды представлены в почве прежде всего гумусовыми кислотами и их солями (гуматами, фульватами). Все они типичные ацидоиды. Характерная особенность гумусовых веществ – очень высокая емкость обменного поглощения катионов, что обуславливает огромную их роль в поглощательной способности почв.

Органо-минеральные коллоиды широко распространены в верхних горизонтах всех почв. Они представляют собой комплекс переменного состава из высокодисперсных минералов и гумусовых веществ, покрытых пленками гумусовых кислот, гуматов, фульватов алюмо- и железогумусовых солей.

Органо-минеральные коллоиды являются ацидоидами и характеризуются относительно высокой емкостью обменного поглощения катионов.

5.2 Поглощательная способность почв и ее виды.

Поглощательная способность почв – это способность почвы поглощать из окружающей среды и удерживать различные вещества, частицы, молекулы, ионы, микроорганизмы.

К.К.Гедройц выделил **пять видов поглотительной способности** почв: механическую, физическую, физико-химическую (обменную), химическую и биологическую.

Механическая поглотительная способность - свойство почвы как пористого тела задерживать в своей толще твердые частицы, диаметр которых крупнее диаметра ее пор. В это случае почва выступает как «сито» или «губка», пропускающая через себя всё, что мельче почвенных отверстий. Благодаря данному виду поглощения в почве удерживается от вымывания илистая и коллоидная часть почвы.

Примером механической поглотительной способности может служить поглощение взвешенных частичек, находящихся в оросительной фильтрующейся через почву воде, что наблюдается при калматировании каналов и водохранилищ.

Физическая поглотительная способность - способность почвы изменять концентрацию молекул растворенного вещества на поверхности твердых частиц.

Связана с нахождением в почве дисперсных частиц, преимущественно коллоидных. Поглощение поверхностью называется адсорбцией. Примером физического поглощения может служить гигроскопическая вода - молекулы воды, адсорбированные коллоидными частицами почвы.

Различают физически положительное и физически отрицательное поглощение.

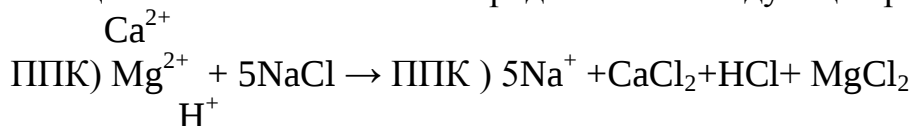
При физически положительном поглощении молекулы растворённых в почвенном растворе веществ притягиваются к поверхности почвенных частиц сильнее, чем молекулы воды. Так поглощаются органические вещества, кроме жиров.

При физически отрицательном поглощении молекулы растворённых в почвенном растворе веществ притягиваются к поверхности почвенных частиц слабее, чем молекулы воды. Так поглощаются минеральные соли и кислоты. То есть в этом случае сами молекулы воды притягиваются к почвенным частицам сильнее, чем молекулы растворённых в ней минеральных солей и кислот.

Сухая почва сорбирует газы, которые образуют тонкую плёнку на поверхности частиц. При увлажнении почвы сорбированные газы вытесняются.

Физико-химическая (обменная) поглотительная способность — способность почвы поглощать преимущественно катионы в результате эквивалентного обмена катионов, находящихся в почвенном растворе, на катионы диффузного слоя коллоидов.

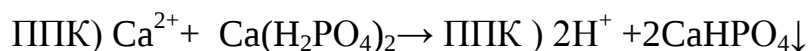
Реакция обмена может быть представлена следующей реакцией:



ППК (почвенно-поглощающий комплекс) — совокупность высокодисперсных твердых частиц, способных к реакциям обменного поглощения.

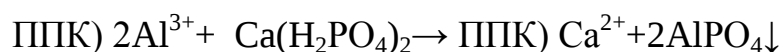
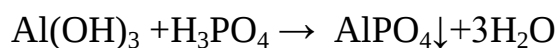
Химическая поглощательная способность (хемосорбция) – обусловлена образованием в результате происходящих в почве химических реакций трудно-растворимых соединений выпадающих из растворов в осадок. Поступающие в почву в составе атмосферных, грунтовых, поливных вод и с удобрениями катионы и анионы могут образовывать с солями почвенного раствора нерастворимые или труднорастворимые соединения

Особенно велико значение реакций солеобразования (хемосорбции) для поглощения ионов фосфорной кислоты, которая образует с Ca, Al и Fe нерастворимые фосфаты.



Эта реакция протекает в почвах с реакцией близкой к нейтральной.

В кислых почвах фосфаты поглощаются при взаимодействии с ионами железа, алюминия и марганца. Химическое осаждение фосфатов протекает по схеме:



Химическое поглощение снижает растениям ряда элементов питания.

Биологическая поглощательная способность – способность микроорганизмов и растений поглощать из почвенного раствора различные вещества. Биологическая поглощательная способность характеризуется большой избирательностью поглощения, обусловленной специфической для каждого вида потребностью живых организмов в элементах питания. Биологически поглощённые элементы питания удерживаются в почве от вымывания, но и становятся недоступны для растений и микроорганизмов. Особенно велика роль этого поглощения в удержании нитратных ионов, содержащих азот, так как в ни один из видов поглощения (кроме физически отрицательного) он не поглощается и легко может быть вымыт из почвы. В наших пахотных почвах нитратный азот является основным источником доступного для растения азота.

5.3 Емкость поглощения и состав обменных катионов различных типов почв.

Под **емкостью поглощения** К.К.Гедройц понимал максимальное содержание катионов, которое может удержать почва в обменно-поглощенном состоянии. В настоящее время эту величину называют **емкостью катионного обмена (ЕКО)**, она выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы.

Состав обменных катионов в разных почвах неодинаков и зависит от типа почвообразования. В поглощающем комплексе всех почв находится кальций и магний. В солонцах присутствует натрий, в кислых почвах – водород и алюминий. Для черноземов характерно резкое преобладание кальция и магния.

В зависимости от состава обменных катионов К.К.Гедройц разделил все почвы на две группы: **почвы, насыщенные основаниями**, в составе обменных катионов которых присутствуют кальций, магний и натрий, и **почвы, ненасыщенные основаниями**, содержащие наряду с кальцием и магнием катионы водорода и алюминия.

Состав обменных катионов оказывает большое влияние на свойства почвы (реакцию, тип коагуляции коллоидов, физические свойства, структурообразование). У почв, насыщенных кальцием и магнием, реакция близка к нейтральной, коллоиды находятся в состоянии необратимых гелей, почвы хорошо оструктурены и обладают благоприятными физическими свойствами (черноземы, дерновые почвы). Почвы, содержащие в составе обменных катионов наряду с кальцием и магнием значительное количество натрия, характеризуются щелочной реакцией, коллоиды легко пептизируются, имеют повышенную плотность, плохую водопроницаемость, высокую влагоемкость, во влажном состоянии сильно набухают (солонцы). Почвы, ненасыщенные основаниями, в составе обменных катионов которых наряду с кальцием и магнием содержатся водород и алюминий, имеют кислую реакцию, в них легко разрушаются коллоиды, они плохо оструктуриваются (подзолистые).

5.4 Значение поглотительной способности почв.

Поглотительная способность почвы относится к одному из наиболее существенных свойств почвы, так как она участвует в процессах почвообразования и развития плодородия. Поглотительная способность регулирует питательный режим почвы, обуславливая накопление многих элементов питания растений и микроорганизмов. Она же регулирует и реакцию почвы, степень её буферности, водно-физические свойства. Не менее существенно значение поглотительной способности почв в развитии частных почвообразовательных процессов. Так, интенсивность накопления продуктов почвообразования и формирование гумусово-аккумулятивных горизонтов в значительной степени обусловлена поглотительной способностью почвы.

Отдельные поглощённые катионы неравнозначны по результативной сущности в многообразных явлениях природы почв. О значимости отдельных обменных катионов даёт представление следующая обобщённая сводка:

Катионы	Значение катионов
Ca^{2+}	Кальций по праву считается катионом – хранителем плодородия в связи с его многогранной значимостью. Он присутствует во всех без исключения почвах, но в разных количествах и в разных соотношениях с другими катионами. Оптимум его содержания – 80 – 90% от ЁКО. Эта величина, характерная для типичных чернозёмов. Присутствие Ca^{2+} в таких количествах обеспечивает 99,9%-ную коагуляцию коллоидных систем, и, следовательно, создаётся необходимая пред-

	посылка для высокого структурообразования при активной деятельности корневых систем травянистой растительности и достаточного содержания гумусовых веществ. Однако повышенное количество в почвах интенсивно набухающих глинистых минералов типа монтмориллонита провоцирует слитогенетические явления, противоположные зернистому и комковатому структурообразованию даже при оптимальном содержании ионов Ca^{2+}. Ca^{2+} способен к ионообменному поглощению корнями растений. Однако этот способ питания растений, как правило, не принимается во внимание, так как кальций всегда присутствует в почвенных растворах и не является дефицитным.
Mg^{2+}	Магний всегда сопровождает Ca^{2+}. Типичное соотношение $\text{Ca} : \text{Mg} = 5 - 1$. В таких количествах его действие аналогично действию Ca^{2+}. Экологическая дисгармония почвенной среды может возникнуть в щелочных почвах при повышении количества магния в ППК за счёт снижения содержания Ca^{2+}, то есть при изменении соотношения Ca и Mg в сторону магния. В этом случае сам Mg^{2+} вызывает повышение щелочности в связи с присутствием в почвенной среде карбонатов и бикарбонатов магния. Присутствие магния в ППК поддерживает свойства солонцеватости почв и даже приводит в отдельных случаях к образованию особых почв – магниевых солонцов
K^{+}	В питании растений – основной источник доступного калия. Отмечена тенденция необменного поглощения калия из слоя компенсирующих противоионов в кристаллическую решётку минералов.
Na^{+}	Натрий в количестве менее 3% от ЕКО – необходимый компонент оптимального для биоценозов функционирования почвенной системы. В этом случае элемент обеспечивает дисперсность коллоидов на уровне около 0,1% что важно для подвижности, динамичности и первоочередной резервности для минерализации гумусовых веществ и обеспечения почвенных растворов биологически необходимыми компонентами. Na^{+} как обменный катион является активным петизатором коллоидов при концентрации его в почвенном растворе ниже порога коагуляции. При этом в состоянии золя переходят все коллоидные системы, почва приобретает свойства солонцеватости, становясь текучей, бесструктурной, в растворах появляются щелочные соли, рН может достигать 9,5 – 10,0. Образуются особые почвы – солонцы.
H^{+}	Обменный водород – источник почвенной кислотности. Его присутствие фиксируется всегда в бескарбонатных почвах, то есть в почвах, не содержащих CaCO_3. В нейтральных почвах при рН от 6,5 до 7,2 H^{+} присутствует в ППК в количестве менее 5% от ЕКО. В этих условиях обменный водород нейтрален. В количествах более 5% от ёмкости обмена начинают проявляться кислотные свойства почв тем в большей степени, чем выше количество водородного иона в колло-

	идно-поглощённом состоянии. Максимум кислотности почвенной среды наступает, когда среди обменных катионов водорода становится более 40 – 50%, pH почвы при этом становится кислой и сильнокислой (pH 3-5). Максимальное количество водорода в ППК может достигать 80% от ЕКО.
Al^{3+}	Алюминий в обменном состоянии – интенсивный коагулятор коллоидов. Является объектом внимания в кислых почвах. При переходе в почвенный раствор образует гидролитически кислые соли, способствующие повышенной пептизации Al^{3+} в почвенной среде, поэтому учитывается при определении кислотности почв наравне с ионами водорода. Al^{3+} изучается как физиологически токсичный катион.
Fe^{3+}	Интенсивный коагулятор коллоидов, как и алюминий во влажных тропических почвах. Участвует в создании структурных микроагрегатов, придающих ферраллитным почвам эффект опесчанности почвенной массы. Обычно такие почвы рассматриваются как псевдопесчаные. Ожелезненные почвы малопластичны, не набухают.
NH_4^+	Ион аммония – единственная возможная аккумуляция доступного растениям азота. Поглощается коллоидами в процессах аммонификации. Легко используется корневыми системами растений, Не накапливается в количествах, превышающих 3% от ЕКО. Аммоний азота, в том числе в обменном состоянии, - особый предмет агрохимических исследований.

В итоге анализа поглотительной способности почв можно сделать следующие обобщающие заключения:

1. Состав ППК определяет реакцию почвенной среды и её стабильность. Нейтральные, кислые или щелочные условия почв напрямую зависят от состава обменных катионов.

2. Почвенный поглощающий комплекс представляет собой доступное для растений хранилище элементов питания, защищённое коллоидной электростатической природой от вымывания атмосферной влагой в грунтовые воды. По своей стабильности и эффективности ППК намного превосходит как регулятор питания растений почвенные растворы. Это относится к Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} а также практически ко всем микроэлементам металлической природы. Особенно необходимо подчеркнуть, что калийное питание растений осуществляется исключительно за счёт обменного калия коллоидов.

3. Состояние коллоидной массы первостепенно детерминирует практически все физические характеристики почвы как целостной системы, и в первую очередь структурность, плотность, воздухоёмкость, влагоёмкость и поведение почвенной воды. Оптимальное физическое состояние почв для большинства растений, животных и других организмов возникает в среде, когда 99,9% коллоидов находятся в состоянии геля и 0,1% - золя.

4. Почвенный поглощающий комплекс является геохимическим барьером для катионов-загрязнителей тяжёлых металлов и радионуклидов. Однако абсо-

лютизировать катионно-коллоидное поглощение не следует. В почвах с непромывным водным режимом поглощённые катионы обменно усваиваются растениями и поступают в биологические цепи питания. В почвах, промываемых водой, неизбежно обменное вытеснение загрязнителей ионом водорода и дальнейшая ландшафтная миграция.

Рекомендуемая литература:

- 1 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982. - с.98-119.
- 2 В.Д. Муха. Агропочвоведение. – М.: КолосС, 2003. – с.73-92.
- 3 Д.С.Орлов Химия почвы.- М.: Издательство Московского университета, 1985.- с. 275-279.

Контрольные вопросы:

- 1 Какие частицы называются коллоидными?
- 2 Перечислите основные свойства коллоидов.
- 3 Какое строение имеет коллоидная частица?
- 4 Что такое поглотительная способность? Какие виды поглотительной способности выделил К.К.Гедройц?
- 5 Охарактеризуйте каждый из видов поглотительной способности почв.
- 5 Что такое ППК?
- 6 Охарактеризуйте состав обменных катионов различных типов почв.
7. Экологическая значимость катионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} , H^{+} , Al^{3+} , и Fe^{3+} .
8. Назовите обобщающие заключения по поглотительной способности почв.

Модуль 2. Основные свойства и режимы почв

Тема 6 Физические и физико-механические свойства почвы

Цель: Ознакомиться с физическими и физико-механическими свойствами почв

План:

- 6.1 Общие физические свойства почвы
 - 6.1.1 Плотность твердой фазы почвы
 - 6.1.2 Плотность почвы
 - 6.1.3 Пористость (или скважность) почвы
 - 6.1.4 Удельная поверхность
- 6.2 Физико-механические свойства почвы

6.1 Общие физические свойства почвы

Основу почвы составляет твердая фаза, сформированная частицами различного происхождения и разной степени дисперсности. Эти частицы находятся либо в свободном состоянии, либо в силу различных причин объединены в микро- и макроагрегаты. Поскольку почвенные частицы и агрегаты не совсем

плотно прилегают друг к другу, то между ними всегда существуют пустоты или почвенные поры разного размера и конфигурации. В порах почвы содержатся воздух, жидкая и парообразная влага, микроорганизмы, поэтому почва представляет собой природное тело, состоящее из твердой, жидкой, газообразной и живой фаз.

Как всякое природное тело, почва характеризуется физическими свойствами, которые наряду с физическими процессами, протекающими в ней, сильно влияют на почвообразование, плодородие почв, рост и развитие растений. Важнейшую роль в создании почвенного плодородия и условий для жизни живых организмов, населяющих почву, играет количественное соотношение абиотических фаз почвы. При уменьшении параметров жидкой или газообразной фаз ниже определенного уровня замедляются многие биологические процессы и нарушается нормальное развитие растений. Поэтому регулирование физических свойств почв с целью оптимизации условий для произрастания сельскохозяйственных культур и жизнедеятельности почвенной биоты — одна из главных задач при создании высокопродуктивных агроландшафтов.

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

6.1.1 Плотность твердой фазы почвы

Плотность твердой фазы почвы — масса сухого вещества в единице объема твердой фазы почвы. Эта величина зависит от природы и соотношения минералов и органических веществ, входящих в состав почвы. Далее приведена плотность твердой фазы органических и минеральных компонентов, входящих в состав почвы (по В. А. Ковде).

<i>Вещество</i>	<i>Плотность твердой фазы, г/см³</i>
Сухое неразложившееся органическое вещество	0,2...0,5
Торф	0,5...1,2
Гумус	1,3...1,4
Монтмориллонит	2,1
Каолинит	2,60...2,63
Биотит	2,5...3,3
Кварц	2,5...2,8
Роговая обманка	2,9...3,4
Оливин	3,27...3,37
Ортоклаз	2,5...2,6
Гётит	4,3
Магнетит	5,16...5,18
Гипс	2,30...2,33
Галит	2,1...2,6

В верхних горизонтах малогумусных почв (подзолистые, дерново-подзолистые, светло-серые лесные и др.) плотность твердой фазы чаще всего варьирует в пределах от 2,5 до 2,65 г/см³. С увеличением степени гумусирования почвы плотность твердой фазы снижается и в почвах с высоким содержанием гумуса (в обыкновенных и типичных черноземах, горно-луговых почвах и др.) составляет 2,3...2,45 г/см³.

В средней и нижней части почвенного профиля плотность твердой фазы, как правило, возрастает, достигая 2,7...2,8 г/см³.

В целом же по сравнению с другими физическими показателями плотность твердой фазы почв варьирует в довольно узких пределах и в незначительной степени изменяется во времени.

6.1.2 Плотность почвы

Плотность почвы — масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении.

Плотность почв зависит от характера взаимного расположения в пространстве почвенных частиц и агрегатов и изменяется в широких пределах. В торфе, состоящем из растительных остатков в разной степени разложения, этот показатель чаще всего составляет 0,1...0,4 г/см³, в гумусовых горизонтах минеральных почв — 1,0... 1,35 г/см³, в сильноуплотненных иллювиальных, глеевых, слитых и солонцовых горизонтах нередко достигает 1,7...1,9 г/см³. Плотность почвы зависит от минералогического и гранулометрического состава, характера структуры и содержания органического вещества.

Плотность почвы возрастает по мере утяжеления гранулометрического состава, увеличения доли минералов тяжелой фракции (эпидота, гематита, амфиболов, пироксенов и др.), снижения содержания гумуса и ухудшения структуры.

Плотность почвы — более переменный показатель, чем плотность твердой фазы. Она изменяется во времени и пространстве, особенно в верхних горизонтах, подвергающихся постоянному воздействию климатических, биологических и антропогенных факторов. Особенно сильно на плотность влияют обработка почвы и воздействие техники, движущейся по поверхности почвы. Наиболее рыхлой почва бывает сразу после обработки (вспашки, культивации), а затем она постепенно начинает уплотняться. Через определенное время, которое зависит как от внешних факторов, так и от свойств самой почвы (гранулометрического состава, степени оструктуренности), она достигает определенной плотности, мало изменяющейся во времени до следующей обработки. Такую постоянную плотность называют равновесной. Это довольно устойчивый физический показатель, обусловленный как генезисом почв, так и степенью их антропогенного изменения, т. е. степенью окультуренности или деградации. Равновесная плотность сложения почвы не всегда идентична оптимальной. Оптимальной считают такую плотность при которой обеспечивается водно-воздушный режим, благоприятный для растений, и нормальное развитие их корневой системы. Ниже приведена оценка плотности суглинистых и глинистых по

гранулометрическому составу почв (по Н. А. Качинскому).

<i>Плотность, г/см³</i>	<i>Оценка</i>
<1	Почва вспушена или богата органическими веществами
1,0...1,1	Типичные величины для культурной свежеспаханной пашни
1,2...1,3	Пашня уплотнена
1,3...1,4	Пашня сильно уплотнена
1,4...1,6	Типичные величины для подпахотных горизонтов различных почв (кроме черноземов)
1,6...1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

Почвы легкого гранулометрического состава (пески, супеси) чаще всего имеют плотность 1,3...1,5 г/см³.

Культурные растения предъявляют неодинаковые требования к этому параметру. Оптимальные показатели плотности почв основных типов для большинства сельскохозяйственных культур находятся в следующих интервалах, г/см³:

- для глинистых, средне- и тяжелосуглинистых по гранулометрическому составу почв — 1,1... 1,3;
- для легкосуглинистых — 1,2... 1,4;
- для супесчаных и песчаных почв — 1,3... 1,5.

Нижние значения указанных диапазонов оптимальны для более требовательных к плотности почвы пропашных культур, особенно корнеплодов, а также для культур, возделываемых в условиях повышенного увлажнения. Верхние пределы плотности оптимальны для менее требовательных к этому показателю зерновых культур сплошного сева и культур, выращиваемых в условиях недостаточного увлажнения. При увеличении плотности почвы на 0,01 г/см³ в пределах оптимального интервала урожайность зерновых культур может снижаться на 35...60 кг/га. За пределами верхней границы оптимального интервала увеличение плотности на 0,01 г/см³ приводит к снижению урожайности зерновых культур в среднем на 100 кг/га, картофеля на 150...200 кг/га.

Уплотнение почвы после обработки сверх оптимальных значений чаще всего связано с их плохой структурой. Существенный вклад в этот процесс вносит неумеренное использование тяжелой сельскохозяйственной техники. В среднем значительная часть поля подвергается 2...4-кратному воздействию ходовых систем сельскохозяйственных машин, а отдельные участки — 8... 16-кратному. При этом глубина деформации почвы варьирует от 20...30 до 50...60 см и более. Уплотнение почвы происходит не только в вертикальном, но и в горизонтальном от центра следа движителя направлении на 35...70 см.

Плотность сложения почвы имеет важное агрономическое значение, поскольку сильно влияет на условия жизни растений и почвенных организмов.

Сильно уплотненная сухая почва оказывает большое сопротивление развитию корневой системы растений. Для обработки такой почвы требуются дополнительные энергетические затраты. При уплотнении почвы сокращается количество макропор и крупных капилляров, увеличивается доля горизонтально ориентированных пор. В результате этого снижается предельно-полевая влагоемкость, ухудшается газообмен почвы, возрастает содержание влаги, недоступной для растений. Плотные почвы имеют плохую водопроницаемость, поэтому значительное количество воды, поступающей на их поверхность, не проникает в глубь профиля, а испаряется или же при наличии уклона формирует поверхностный сток, вызывая развитие эрозии.

На переуплотненных почвах снижается эффективность минеральных удобрений. При сильном увлажнении в плотных почвах все поры заполняются водой, в результате чего развиваются анаэробные условия и активизируются соответствующие группы микроорганизмов.

Вследствие переуплотнения почвы снижается урожайность сельскохозяйственных культур. В зависимости от почвенно-климатической зоны недобор урожая составляет 5...25 %. Отрицательные последствия от переуплотнения почвы часто нельзя устранить в процессе последующих обработок. Такие последствия сказываются на продуктивности сельскохозяйственных культур в течение 2...8 лет. Поэтому регулирование плотности почвы — важный фактор оптимизации условий произрастания сельскохозяйственных культур. Мероприятия по окультуриванию почв следует проводить при минимальном количестве обработок.

6.1.3 Пористость (или скважность) почвы

Между соприкасающимися элементарными почвенными частицами, микро- и макроагрегатами всегда имеются различного рода пустоты, которые называют порами. По почвенным порам перемещается вода с растворенными в ней веществами, в них содержится воздух. В почвенных порах обитают микроорганизмы, простейшие и другие представители почвенной биоты, по ним в почву проникают корни и корневые волоски растений. Поэтому общий объем порового пространства, размеры и конфигурация пор, составляющих это пространство, — важнейшие характеристики почвы.

Под пористостью почвы понимают суммарный объем всех пор в единице объема почвы. Общую пористость, %, рассчитывают по формуле

$$P_{\text{общ.}} = \left(1 - \frac{dv}{d} * 100\right)$$

где dv — плотность почвы, г/см³; d — плотность твердой фазы, г/см³; 100 — коэффициент пересчета в проценты.

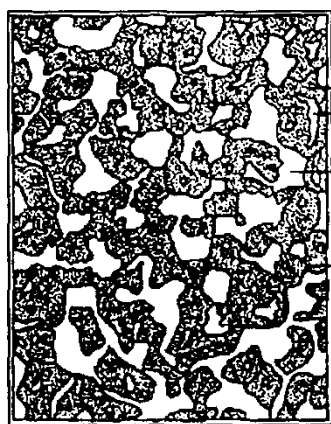
Формирование пористости почвы происходит в результате действия раз-

личных факторов: образования и разрушения структуры, упаковки и переупаковки почвенных частиц, микро- и макроагрегатов, растрескивания почвенной массы под влиянием попеременно действующих процессов нагревания—охлаждения и набухания—усадки, заполнения свободного пространства подвижным почвенным материалом, выщелачивания растворимых веществ, деятельности живых организмов.

Величина пористости зависит от гранулометрического состава и характера структуры, содержания гумуса и биогенности почвы, а в агроценозах — от обработки и приемов окультуривания.

Почвенные поры имеют различный размер и конфигурацию. Самые мелкие поры сосредоточены внутри агрегатов, более крупные — стыковые поры, поры-трещины, поры-полости располагаются между агрегатами. Существуют также поры-каналы, связанные с ходами корней и почвенных животных, располагающиеся либо между агрегатами, либо частично пересекающие их. В связи с различной локализацией пор общая пористость подразделяется на агрегатную (если поры находятся внутри агрегатов) и межагрегатную (если поры расположены между агрегатами).

В порах размером до 8000 мкм передвижение и удержание воды при увлажнении почвы осуществляется за счет проявления капиллярных сил, вследствие чего все поры подразделяют на *капиллярные* и *некапиллярные*. Поры существуют как внутри, так и между агрегатами (рис. 1).



Некапиллярная пористость обычно выше в почвах с хорошо

Рис. 1. Пористость культурной структурной почвы (по Н. А. Качинскому):

1 — тонкие, преимущественно капиллярные поры в комках, при смачивании почвы они заполняются водой; 2 — средние поры в комках (ячейки, каналы), при смачивании почвы они на короткий период заполняются водой после рассасывания ее воздухом; 3 — крупные поры между комками, обычно заполнены воздухом; 4 — капиллярные поры на стыке комков, в сырой почве они преимущественно заполнены водой

выраженной комковато-зернистой структурой (черноземы) или с песчаным гранулометрическим составом. Величина капиллярной пористости возрастает по мере увеличения степени дисперсности почв и ухудшения их агрегатированности (табл. 1).

Таблица 5- Пределы колебаний различных видов пористости в почвогрунтах (по В. А. Ковде)

Почвогрунты	Пористость		
	общая, %	капиллярная	некапиллярная
		% от общей	
Пески	30...35	25...35	65-75
Супеси	35...45	45—55	45-55
Суглинки	40...47	65—85	15...35
Лёссы и лёссовидные суглинки	40...55	50...65	35-50

Глины	45...55	90-97	3...10
Пахотный слой чернозема	55...60	40-45	55-60
Поверхностный горизонт торфяника	80...85	95-98	2-5

Основные функции, выполняемые порами в почвах, связаны с процессами газообмена, а также передвижением и удержанием влаги. Исходя из этого, по функциональному назначению выделяют поры аэрации и поры обводнения.

Поры аэрации. Это крупные некапиллярные (> 8000 мкм) и капиллярные ($100...8000$ мкм) поры. Обычно вплоть до влажности почвы, равной предельно-полевой влагоемкости, они заполнены воздухом. Благодаря наличию этих пор осуществляется газообмен между почвенными горизонтами, между почвой и приземным слоем воздуха. При сильном увлажнении почвы по порам аэрации гравитационная влага передвигается в глубь почвенного профиля, т. е. они обеспечивают водопроницаемость почв. Заполнение пор аэрации влагой ведет к ухудшению воздушного режима почвы и развитию анаэробных процессов. Это происходит в результате формирования в профиле почвы водоупорных горизонтов, например плужной подошвы, или подъема уровня грунтовых вод выше критического уровня.

Поры обводнения. Представлены капиллярными порами размером $10...100$ мкм. Содержащаяся в них капиллярная влага находится в подвижном состоянии и передвигается в направлении градиента влажности, температуры, напора воды и т. д. Это влагосохраняющие и влагопроводящие поры. Влага, сосредоточенная в них, доступна для растений, а максимальное ее количество обычно соответствует величине предельно-полевой влагоемкости.

Капиллярные поры размером < 10 мкм заполнены связанной водой (адсорбционной, рыхло- и прочносвязанной), находящейся под действием сорбционных сил почвы. В эти поры не способны проникать корневые волоски, простейшие и водоросли, в них замедляется развитие микроорганизмов, они не участвуют в фильтрации, а влага, содержащаяся в них, весьма труднодоступна или совсем недоступна для растений. Поэтому такие поры называют неактивными. Их количество увеличивается при обесструктурировании и переуплотнении почв. С агрономической точки зрения они не представляют ценности в отличие от активных пор, в которых свободно передвигаются вода и воздух, а также размещается почвенная биота.

Пористость — одно из важнейших свойств почвы, обуславливающих ее водный и воздушный режимы. С этим свойством связаны влагоемкость и воздухоемкость почв, водопроницаемость и водоподъемная способность. Самые высокие показатели общей пористости отмечают в верхних гумусовых горизонтах почв, составляющих в среднем около $50...60\%$. В нижележащих горизонтах величина общей пористости существенно снижается и достигает $30...40\%$. Для оценки общей пористости суглинистых и глинистых по гранулометрическому составу почв используют шкалу Н. А. Качинского.

Общая пористость

Качественная оценка пористости

в вегетационный период, %

> 70	Почва вспушена — избыточно пористая
55...65	Культурный пахотный слой — отличная
50...55	Удовлетворительная для пахотного слоя
<50	Неудовлетворительная для пахотного слоя
25—40	Чрезмерно низкая. Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов

При оптимизации условий для произрастания сельскохозяйственных культур недостаточно оперировать только величиной общей пористости. Для создания устойчивого запаса влаги в почве при одновременно хорошем воздухообмене (аэрации) необходимо, чтобы некапиллярная пористость составляла 55...65 % от общей. Если она меньше 50 %, то происходит ухудшение воздухообмена, что вызывает развитие анаэробных процессов. В агрономическом отношении очень важно, чтобы при увлажнении почвы до предельно-полевой влагоемкости пористость аэрации составляла в минеральных почвах не менее 15 % от объема, в торфяных почвах — 30...40 %. Относительно верхней границы оптимальных значений пористости аэрации единой точки зрения нет. В качестве ориентировочных для минеральных почв можно указать значения пористости аэрации на уровне 20...25 % от объема почвы, а в условиях орошения — 30 %.

Пористость аэрации, %, вычисляют по формуле

$$Pa_{\text{эр}} = P_{\text{общ}} - P_w$$

где $P_{\text{общ}}$ — общая пористость, % P_w — объем пор, занятых водой, %

$$P_w = dv \cdot W$$

здесь dv — плотность почвы, г/см³; W — полевая влажность почвы, %.

Пример расчета. Плотность почвы составляет 1,18 г/см³, плотность твердой фазы — 2,58 г/см³, влажность почвы — 21,5%. Общая пористость

$$P_{\text{общ}} = \left(1 - \frac{1,18}{2,58}\right) \cdot 100 = 54,3\%$$

Согласно шкале Н. А. Качинского данная пористость удовлетворительная для пахотного слоя.

Объем пор, занятых водой, $P_w = 1,18 \cdot 21,5 = 25,4$ %. Пористость аэрации, $Pa_{\text{эр}} = 54,3 - 25,4 = 28,9\%$.

Исходя из ориентировочной оценки значений пористости аэрации, можно считать, что она несколько выше оптимальной.

6.1.4 Удельная поверхность

Под *удельной поверхностью* понимают суммарную поверхность всех частиц почвы. Общая удельная поверхность включает внешнюю и внутреннюю.

Внешняя поверхность обусловлена геометрической неоднородностью поверхности почвенных частиц, проявляющейся в наличии выступов и изломов, а также различных полостей и трещин, глубина которых меньше их ширины. Внутренняя поверхность включает поверхности стенок всех трещин и полостей, глубина которых больше их ширины, но преимущественно обусловлена поверхностью межпакетных пространств минералов с расширяющейся кристаллической решеткой.

Удельная поверхность играет важную роль в формировании почвенного плодородия, поскольку многие процессы, протекающие в почвах, во многом обусловлены величиной и свойствами поверхности их твердой фазы, ее геометрической и энергетической неоднородностью. Поверхность почвенных частиц — это место взаимодействия почвы с корнями растений и микроорганизмами. С величиной и качеством удельной поверхности почвенных частиц связаны явления поглощения минеральных и органических веществ, газов, парообразной и жидкой влаги, характер миграционных процессов, физические и технологические свойства.

Величина удельной поверхности зависит от степени дисперсности почвенных частиц (табл. 2).

Таблица 6- Удельная поверхность элементарных почвенных частиц в тёмно-каштановой тяжелосуглинистой почве (по А. Д. Воронину)

Горизонт	Глубина, см	Удельная поверхность частиц, м ² /г. при размере фракций, мм			
		0,05...0,01	0,01...0,005	0,005...0,001	менее 0,001
A ₁	2...25	2	8	36	238
B ₁	26...35	1	3	14	254
C	180...200	1	3	2	206

Дезинтеграция или диспергирование компонентов твердой фазы почвы сопровождается переходом ее в более активное состояние, поскольку увеличивается общая поверхность твердой фазы в единице ее массы или объема, а вместе с ней возрастает и поверхностная энергия. Это способствует более активному взаимодействию почвы с окружающей средой. Поэтому наблюдается довольно тесная взаимосвязь между удельной поверхностью почв и их гранулометрическим составом. Чем тяжелее гранулометрический состав почвы, тем выше величина удельной поверхности.

Сильно влияет на величину удельной поверхности и минералогический состав почвы. Так, у каолинита, имеющего нерасширяющуюся кристаллическую решетку, общая удельная поверхность составляет 10 м²/г. У минералов с подвижной кристаллической решеткой общая удельная поверхность благодаря наличию внутренней поверхности гораздо выше и доходит у вермикулита до 400 м²/г, у смектитов до 800 м²/г. Большую величину удельной поверхности имеют

аллофаны ($700 \dots 900 \text{ м}^2\text{г}$).

Почвы различных типов заметно отличаются друг от друга величиной удельной поверхности. Она изменяется и в пределах профиля отдельно взятой почвы

Процесс почвообразования, сопровождающийся элювиально-иллювиальным перераспределением компонентов твердой фазы почвы, приводит к такому же изменению величины удельной поверхности в пределах почвенного профиля. Это отчетливо проявляется в солонце и дерново-подзолистой почве. Гумусово-аккумулятивный процесс, свойственный черноземам, ведет к увеличению удельной поверхности в верхних горизонтах почвы. Удельная поверхность возрастает и при развитии оглеения, тогда как при подзолообразовательном процессе ее величина снижается, особенно резко в оподзоленных горизонтах.

Показатели удельной поверхности используют для качественной оценки почвенных новообразований, особенно органо-минеральной природы, быстрого ориентировочного определения содержания минералов с разбухающей кристаллической решеткой, для расчета давления почвенной влаги. С помощью этих показателей можно получить представление об особенностях почвообразовательного процесса и степени однородности почвенного профиля.

6.2 Физико-механические свойства почвы

К физико-механическим свойствам почвы относят: пластичность, связность, твердость, удельное сопротивление при обработке, липкость, набухание, усадку. Пластичность, связность, твердость и удельное сопротивление при обработке проявляются под влиянием внешних воздействий и характеризуют способность почвы оказывать им сопротивление. Набухание, усадка, липкость обнаруживаются при отсутствии действия внешних сил. Они присущи только влажной почве, а их проявление характеризует почву как высокодисперсную систему.

Пластичность — способность почвы изменять свою форму под влиянием внешних сил без нарушения сплошности (без разрывов и трещин) и сохранять приданную форму после их устранения. Пластичность зависит от гранулометрического состава и влажности почвы. Пески практически не пластичны. Сухим и сильно переувлажненным почвам пластичность также не характерна. Проявляется пластичность в определенном интервале увлажнения, от которого зависит консистенция почвы — степень подвижности почвенных частиц под влиянием внешних механических воздействий при различной влажности почвы. Различают следующие виды консистенции:

- *твердая* — почва имеет свойства твердого тела;
- *полутвердая* — почва теряет пластичность и приобретает переходное состояние между твердым и пластичным телами;
- *вязкопластичная* — пластичная, не прилипает к другим телам;
- *липкопластичная* — почва пластичная, прилипает к другим телам;
- *вязкотекучая* — почва растекается толстым слоем;

- *жидкотекучая* — почва растекается тонким слоем.

Обычно для почвы характерны первые четыре состояния, но в некоторых случаях она приобретает и текучие консистенции, что приводит к развитию *солифлюкции* — оползанию почвы, пересыщенной водой, под влиянием собственной массы. Солифлюкция часто проявляется в полярном поясе. Этому способствует развитие длительно-сезонной или многолетней мерзлоты, вызывающей оползание оттаявшего слоя почвы по мерзлоте фунту. Нередко солифлюкция наблюдается в высокогорных областях, на склонах в зонах выклинивания грунтовых вод. Текучесть почвы влияет на развитие эрозионных процессов при распаивании крутых склонов.

Условными характеристиками консистенции почвы являются константы пластичности (константы Аттерберга): предел текучести и предел раскатывания.

Верхний предел пластичности, или предел текучести, — весовая влажность почвы, при которой стандартный металлический конус под действием собственной массы (76 г) погружается в почвенный образец на глубину 10 см.

Нижний предел пластичности, или предел раскатывания, — граница между полутвердым и пластичным состоянием почвы, т. е. весовая влажность, при которой образец почвы можно раскатать в шнур диаметром 3 мм без образования в нем разрывов и трещин.

Число пластичности — разность между числовыми выражениями верхнего и нижнего пределов пластичности. Характеризует диапазон влажности, в котором проявляются пластичные свойства почвы. В этом интервале почва деформируется, но сохраняет приданную ей форму, максимально набухает, обладает слабым сопротивлением при внешнем механическом воздействии.

Наиболее высокую пластичность имеют глинистые почвы. По этому показателю они превосходят суглинистые почвы примерно в два раза, а супесчаные — в три. При прочих равных условиях почвы, в илстой фракции которых доминируют минералы монтмориллонитовой группы, имеют более высокую пластичность, чем почвы с преобладанием каолиновых минералов. Пластичность почв существенно возрастает при увеличении содержания обменного натрия, при насыщении ППК ионами кальция и магния пластичность снижается.

Связность — способность почвы противостоять внешнему усилию, направленному на разъединение механических элементов. Выражается в кг/см^2 . Это свойство обусловлено силами сцепления между почвенными частицами, возникающими в результате их непосредственного взаимодействия или при помощи промежуточных веществ (клеев, цементов и т. д.). Связность почвы зависит от гранулометрического и минералогического составов, структурного состояния, влажности и гумусированности.

Высокой связностью характеризуются почвы тяжелого гранулометрического состава, в илстой фракции которых преобладают минералы группы монтмориллонита. Чем легче гранулометрический состав почв, тем меньше их связность. При оструктуривании почв увеличивается механическая прочность отдельных агрегатов, но уменьшается связность почв, облегчаются

их обработка и распространение корневых систем растений.

Связность почв усиливается по мере насыщения ППК обменным натрием. В результате диспергирования увеличивается удельная поверхность почвы, а следовательно, возрастают и силы сцепления между частицами. Поэтому солонцам всегда присуща высокая связность.

Гумус также влияет на связность почв. Он увеличивает связность песчаных и супесчаных почв и снижает ее у тяжелосуглинистых и глинистых за счет структурообразующего эффекта.

Огромное влияние на этот показатель оказывает влажность почвы. При сильном иссушении почв их связность увеличивается в 5... 10 раз, достигая максимальных значений при влажности, близкой к влажности завядания.

Твердость — свойство почвы в естественном состоянии оказывать сопротивление сдавливающему и расклинивающему воздействию. Выражается в кг/см^2 . Твердость определяют специальными приборами — твердомерами, снабженными заостренными наконечниками в виде конуса, клина или цилиндра с малой площадью (плунжерами). Моделируя работу плуга в почве, определяют сопротивление, которое она оказывает расклиниванию или разрезанию в вертикальном и горизонтальном направлениях. Чем выше твердость почвы, тем большее сопротивление она оказывает расклиниванию. С помощью твердомера измеряют и сопротивление почвы сжатию или сдавливанию, которое оказывает на нее сельскохозяйственная техника, передвигающаяся по поверхности. Чем больше твердость почвы, тем меньше тяговые усилия при перекапывании.

Твердость почвы обусловлена теми же характеристиками, что и связность, — минералогическим и гранулометрическим составами, содержанием гумуса, влажностью, составом обменных катионов. Твердость варьирует в широких пределах — от 5 до 60 кг/см^2 и выше. Особенно большое влияние на этот показатель оказывает влажность почвы. Твердость сырой почвы близка к нулю и резко возрастает по мере ее иссушения, достигая максимальных величин в сухой почве. Эта закономерность не соблюдается в песчаных и хорошо структурированных почвах, поскольку в сухом состоянии они приобретают рассыпчатое сложение. Наиболее высокой твердостью характеризуются иллювиальные горизонты солонцов, слитых и некоторых других почв, а также плужная подошва. При высокой твердости почвы всхожесть семян часто снижается, корневые системы растений испытывают механическое сопротивление. Это важная технологическая характеристика почвы, поскольку между твердостью почвы и удельным сопротивлением при пахоте существует высокая коррелятивная зависимость.

Удельное сопротивление — тяговое усилие, затрачиваемое на подрезание и оборот 1 см^2 поперечного сечения пласта почвы при обработке. Выражается в кг/см^2 . Тяговое усилие при вспашке затрачивается на преодоление трения почвы о металл, на деформацию почвы — растяжение, сжатие, сдвиг, кручение и отбрасывание пласта в сторону.

В зависимости от гранулометрического состава, физико-химических

свойств, влажности почвы и ее агрохозяйственного состояния удельное сопротивление колеблется в пределах 0,2... 1,2 кг/см². Оно возрастает по мере перехода от легких почв к глинистым, по мере увеличения солонцеватости почв и ухудшения их структурного состояния. Большое влияние на величину удельного сопротивления оказывает влажность почвы. При низкой влажности, близкой к влажности устойчивого завядания, удельное сопротивление достигает максимального значения. В процессе обработки иссушенной почвы резко возрастают энергетические затраты, почва распыляется, а если она плохо оструктурена, то формируются глыбы.

По мере увеличения влажности удельное сопротивление неуклонно снижается и достигает минимума при некотором значении, характерном для каждой конкретной почвы. При дальнейшем повышении влажности почвы удельное сопротивление снова возрастает. Это обусловлено увеличением липкости почвы, в результате чего усиливается сцепление почвенных частиц с поверхностью орудий, обрабатывающих почву. Внешнее трение почвы о поверхность металла сменяется внутренним трением почвы о почву. При обработке почвы с повышенной влажностью крошения почвы не происходит, пашня получается смазанной. После высыхания такой пашни образуются многочисленные плотные глыбы.

Липкость — способность влажной почвы прилипать к другим телам. Количественно липкость почвы характеризуется усилием, необходимым для отрыва металлической пластинки от влажной почвы, и выражается в г/см². Это свойство проявляется в том случае, когда силы сцепления между почвенными частицами становятся меньше, чем между почвой и предметами, соприкасающимися с ней.

Зависимость липкости от влажности имеет вид параболической кривой. В каждой конкретной почве липкость начинает проявляться при определенном значении влажности, которое характеризует влажность начального прилипания. По мере увеличения влажности почвы растет и ее липкость, но только до тех пор, пока не достигнет максимальных значений. Дальнейшее повышение влажности почвы приводит к уменьшению липкости, поскольку нарушается сцепление между частицами почвы, и почва приобретает текучую консистенцию. Влажность, при которой липкость почвы проявляется в наибольшей степени, называют влажностью максимального прилипания.

Липкость почвы тесно связана с гранулометрическим и минералогическим составами. По этому показателю глинистые почвы в 8... 10 раз превосходят суглинистые и в 20...25 раз — песчаные и супесчаные. Липкость минералов группы монтмориллонита при близкой степени дисперсности вдвое выше липкости гидрослюды и в пять раз выше липкости каолинита. Липкость почвы существенно возрастает под влиянием обменного натрия, вызывающего пептизацию почвенных коллоидов и разрушение структуры.

Липкость определяет такое важное агрономическое свойство почв, как физическая спелость.

Набухание — увеличение объема почвы при увлажнении. Выражается в

процентах от исходного объема. В основе набухания лежит сорбция молекул воды почвенными частицами. В результате гидратации почвенных частиц силы сцепления между ними ослабевают, происходит их отдаление друг от друга, что сопровождается увеличением общего объема почвы. Величина набухания тесно связана с гранулометрическим и минералогическим составами почвы, а также составом обменных катионов.

Поскольку сорбционные свойства в наибольшей степени проявляются у тонкодисперсных частиц, особенно коллоидных, то по мере утяжеления гранулометрического состава способность почв к набуханию возрастает.

Существенную роль в набухании почв играет минералогический состав. Глинистые минералы с фиксированной, нерасширяющейся кристаллической решеткой (каолинит, хлориты, гидрослюда) сорбируют молекулы воды только на внешней поверхности. У минералов с лабильной кристаллической решеткой (монтмориллонит, вермикулиты) сорбция воды происходит и между пакетами. Проникая в межпакетное пространство, молекулы воды вызывают их расширение и соответственно увеличение общего объема минералов. Поэтому почвы, имеющие близкий гранулометрический состав, но различающиеся набором минералов в илистой фракции, имеют разную степень набухания.

На набухание сильно влияет состав обменных катионов. Например, монтмориллонит, насыщенный Ca^{2+} или другими многовалентными катионами, набухает в меньшей степени, чем монтмориллонит, содержащий обменный Na^+ в большом количестве. В первом случае молекулы воды, проникающие в межпакетные пространства, раздвигают их благодаря расклинивающему давлению, развивающемуся за счет молекулярных сил, только до определенного предела. Этого давления недостаточно для преодоления сил ионно-электростатического притяжения, возникающего благодаря многовалентным катионам, и алюмосиликатные слои остаются связанными друг с другом. Поэтому в межслоевом пространстве монтмориллонитов, насыщенных многовалентными катионами, нет условий для развития двойного электрического слоя и возникновения сил ионно-электростатического отталкивания. Такой кристалл по отношению к воде ведет себя как единое целое, набухая до определенного объема, ограниченного действием ионно-электростатических сил притяжения.

Когда монтмориллонит насыщен натрием, ионно-электростатические силы притяжения настолько слабы, что не препятствуют развитию молекулярной составляющей расклинивающего давления и образованию в межпакетном пространстве двойного электрического слоя. В результате этого расстояние между пакетами резко увеличивается, часто вплоть до полного разделения пакетов, и система сильно набухает. Поэтому наибольшим набуханием характеризуются глинистые солонцовые и слитые почвы с высоким содержанием обменного натрия и минералов монтмориллонитовой группы.

Органическое вещество играет двойственную роль в набухании почв. В свободном состоянии гумусовые кислоты отличаются высокой гидрофильностью и набуханием. Эти свойства они проявляют в щелочных почвах, поскольку находятся в диспергированном состоянии и насыщены натрием. Гумусовые

кислоты, будучи скоагулированными двух- и трехвалентными катионами, наоборот, способствуют уменьшению набухания почвы. Это происходит в результате снижения их собственной гидрофильности и уменьшения дисперсности почвенной массы благодаря агрегированию частиц почвы гелями гумусовых веществ. Набухание почв снижается при наличии в почвенном растворе водорастворимых солей, вызывающих коагуляцию почвенных коллоидов.

Усадка — уменьшение объема почвы при высыхании. Это процесс, обратный набуханию, он зависит от тех же факторов. Чем больше набухание почвы при увлажнении, тем сильнее ее усадка при последующем высыхании. Предел усадки соответствует удалению всей почвенной влаги, кроме гигроскопической, и переходу почвы из полутвердой консистенции в твердую.

В природных условиях циклы «набухание—усадка» соответствуют циклам «увлажнение—иссушение» почвы. Эти динамические процессы сильно влияют на агрофизическое состояние почв. При этом важное значение имеет интенсивность их проявления. При умеренной амплитуде такие процессы способствуют агрегатообразованию и самомульчированию поверхности, что благоприятным образом отражается на водно-воздушном режиме почв. При частых и больших амплитудах циклы набухания и усадки вызывают разрушение почвенной структуры, более плотную переупаковку почвенных частиц, формирование системы глубоких трещин, расчленяющих почву на массивные глыбы.

Физико-механические свойства почвы нередко выступают в качестве их важнейших характеристик. Этим свойствам отводят первостепенное значение при решении многочисленных энергетических проблем, связанных с обработкой почвы. Физико-механические свойства определяют качество обработки почвы и характер ее деформации при работе сельскохозяйственных агрегатов, износ отдельных частей орудий обработки, соприкасающихся с почвой, и коэффициент их полезного действия. Поэтому оценка этих свойств необходима для конструирования сельскохозяйственных орудий и машин, расчетов сопротивления почвы при обработке и перекапывании по ней сельскохозяйственной техники. Физико-механические свойства сильно влияют на развитие и характер распространения корневых систем культурных растений по профилю почвы. В связи с этим регулирование физико-механических свойств имеет большое значение для эффективного использования пахотных угодий.

Система мероприятий по регулированию физико-механических свойств почвы должна быть направлена на оптимизацию факторов, с которыми связано их проявление. Поскольку гранулометрический и минералогический составы относятся к нерегулируемым факторам, то их учитывают, подбирая оптимальные сроки обработки почвы в зависимости от ее влажности. Другие факторы, определяющие физико-механические свойства почв, в той или иной степени поддаются оптимизации. Существенно улучшить физико-механические свойства почв можно с помощью регулирования влажности почвы (удаление избытка влаги или восполнение ее недостатка при орошении), комплекса мероприятий по улучшению структурного состояния почв и увеличению их гумусированности, мелиорации кислых и щелочных почв, направленной на изменение состава

обменных катионов, а также с помощью пескования и глинования.

Рекомендуемая литература:

4 В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. Почвоведение - Изд. 2-е, испр. и доп. - М., Ростов н/Д : МарТ, 2006. - 496 с.

5 Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатьев Н.Н. Общее почвоведение. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.

6 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982.

Контрольные вопросы:

1. Что такое плотность твердой фазы почвы и от чего зависит этот показатель?
2. Что такое плотность почвы и от чего зависит этот показатель?
3. Как изменяется во времени плотность почвы?
4. Каковы негативные последствия переуплотнения почвы?
5. Что такое пористость почвы, от чего она зависит?
6. Перечислите функции пор в почве.
7. Что характеризует удельная поверхность и с чем связано ее развитие?
8. Какие приемы используют для регулирования общих физических свойств почвы?
9. Какие свойства почвы относят к физико-механическим, каковы условия их проявления?
10. Назовите формы консистенции, характерные для почвы.
11. От чего зависит связность и твердость почвы?
12. Какие негативные последствия обуславливают высокая липкость и набухание почвы?
13. Перечислите приемы регулирования физико-механических свойств почвы.

Тема 7 Водные, воздушные, тепловые свойства и режимы почв

Цель: Изучить водные, тепловые, воздушные свойства почв и режимы

План:

- 7.1 Значение почвенной влаги. Категории почвенной влаги.
- 7.2 Водные свойства почв: водопроницаемость, водоподъемная и вододерживающая способность почв
- 7.3 Водный режим почв и его типы.
- 7.4 Мероприятия по регулированию водного режима.
- 7.5 Почвенный воздух, его состав, агрономическое значение.
- 7.6 Воздушные свойства почв.
- 7.7 Тепловые свойства почвы.
- 7.8 Тепловой режим почв и мероприятия по его регулированию.

7.1 Значение почвенной влаги. Категории почвенной влаги.

Почвенная вода имеет огромное значение для жизнедеятельности организмов и почвообразования. Вода обуславливает развитие всех жизненных процессов в почве и на ее поверхности. Определяет интенсивность процессов выветривания разложения органических остатков. С почвенной водой связаны процессы выноса, перемещения и аккумуляции веществ, формирование генетических горизонтов и профиля почвы в целом. Почвенная влага влияет и на тепловой баланс почвы. Передвигаясь по поверхности почвы, вода вызывает эрозию почв. Избыток воды в почве приводит к оглеению, заболачиванию, а поднятие по капиллярам и испарение воды, содержащей соли, вызывает засоление и осолонцевание.

Влажность почвы влияет на агрофизические свойства почвы: плотность почвы, липкость, способность к крошению и образованию агрегатов – спелость почвы.

Исследователями почвенной воды были выдающиеся ученые А.А.Измаильский, Г.Н.Высоцкий, П.С.Коссович, А.Ф. Лебедев, А.Г.Дояренко, А.А.Роде, Н.А.Качинский и др.

А.А. Роде выделил пять категорий почвенной влаги:

1 Химически связанная вода. Характеризуется неподвижностью, высокой прочностью связей, неспособностью растворять, входит в состав твердой фазы почвы. Разделяется на конституционную и кристаллизационную воду.

Конституционная вода – это гидроксильная группа (ОН) находящихся в почве веществ: гидроксидов железа, алюминия, титана, марганца, коллоидно-дисперсных глинистых минералов, органических и органо-минеральных соединений.

Кристаллизационная вода – это целые молекулы воды, входящие в кристаллы: гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), миробилит ($\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и др.

Химически связанная вода недоступна растениям.

2 Твердая вода. Образуется в почве в форме льда при ее промерзании.

3 Парообразная вода. Содержится в виде пара в почвенном воздухе. В снабжении растений водой практически значения не имеет. При понижении температуры парообразная вода, конденсируясь, может переходить в жидкую.

4 Физически связанная вода (сорбированная). Разделяется на прочносвязанную и на рыхлосвязанную.

Прочносвязанная вода называется гигроскопической. Она образуется в результате сорбции почвенными (преимущественно коллоидными) частицами водяных паров из воздуха. Эту способность называют гигроскопичностью.

Гигроскопическая вода покрывает частицы тонкой пленкой, состоящей из 1-3 слоев молекул. Гигроскопическая вода обладает особыми свойствами: замерзает при температуре -78°C , не растворяет электролиты, характеризуется повышенной плотностью ($1,5-1,8 \text{ г/см}^3$) и вязкостью, недоступна растениям.

Количество прочносвязанной воды зависит от влажности воздуха и количества и качества почвенных коллоидов.

Максимальное количество гигроскопической воды, которое может поглотить почва в атмосфере, насыщенной водяными парами (около 90-98 %) назы-

вается максимальной гигроскопичностью (МГ). МГ – это мертвый запас воды в почве.

Рыхлосвязанная вода – пленочная вода. Она образуется в результате дополнительной (к МГ) сорбции молекул воды при соприкосновении твердых коллоидных частиц почвы с жидкой водой. Пленочная вода слабоподвижна, растениям малодоступна.

5 Свободная вода. Не связана с почвенными частицами сорбционными силами и передвигается под действием капиллярных и гравитационных сил. Разделяется на две формы: капиллярную и гравитационную.

Капиллярная вода. Находится в капиллярах почвы и доступна растениям. Это наиболее благоприятная для растений влага. Различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду. Капиллярно-подвешенная влага образуется при увлажнении почвы с поверхности, капиллярно-подпертая – при поступлении воды снизу, т.е. при поднятии грунтовых вод.

Капиллярная вода способна растворять вещества, подвижна.

Максимальное количество капиллярно-подвешенной воды, которое остается в почве после стекания избыточной воды при низком залегании грунтовых вод, называется наименьшей влагоемкостью (НВ). НВ зависит от механического состава, гумусированности, структурности и сложения. Оптимальная влажность почвы соответствует 70-100% НВ.

Разность между величиной НВ и фактической влажностью почвы называется дефицитом влаги в почве и широко используется в земледелии.

Гравитационная вода. Занимает все крупные некапиллярные промежутки между агрегатами в почве, вытесняя воздух. Передвигается свободно под действием силы тяжести, способно растворять и переносить соли, коллоиды, суспензии по профилю почвы, доступна растениям, но, создавая анаэробные условия, вызывает угнетение и гибель растений, а также заболачивание почвы. Разделяют просачивающуюся гравитационную воду, которая передвигается сверху вниз по профилю, и воду водоносных горизонтов, которая передвигается по направлению уклона водоупорного слоя.

7.2 Водные свойства почв: водопроницаемость, водоподъемная и водо-удерживающая способность почв

К водным свойствам почвы относятся водоудерживающая способность, влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность.

Водоудерживающая способность почвы – это способность почвы поглощать и удерживать воду в своем профиле, противодействуя стеканию ее под действием силы тяжести.

Количественно водоудерживающую способность представляет влагоемкость. Влагоемкость почвы – это максимальное количество той или иной формы воды (категории) почвенной влаги, удерживаемое соответствующими силами в почве.

В зависимости от форм воды в почве различают: максимальную адсорбционную влагоемкость (МAB), максимальную молекулярную влагоемкость (ММВ), капиллярную влагоемкость (KB), наименьшую влагоемкость (НВ) и полную влагоемкость (ПВ).

Водопроницаемость почвы – это свойство почвы впитывать и пропускать через себя воду.

Измеряется водопроницаемость объемом воды, фильтрующимся через единицу площади поперечного сечения почвы в единицу времени. Водопроницаемость зависит от механического состава, структуры, состава обменных катионов.

Водоподъемная способность почвы – свойство почвы обеспечивать восходящее передвижение воды под воздействием капиллярных сил. Высота и скорость подъема зависят от механического состава, структуры и порозности почвы. Высота подъема по капиллярам колеблется от 0,5-0,8 м (в песчаных почвах) до 3-6 м (в суглинистых и глинистых почвах).

В песчаных почвах вода поднимается невысоко, но достаточно быстро, в глинистых – медленно.

7.3 Водный режим почв и его типы.

Водный режим почв – совокупность протекающих в почве процессов поступления, передвижения, сохранения и потери воды.

Количественный приход воды в почву и расход ее представляет водный баланс, а количественно выраженные элементы водного режима являются соответственно элементами водного баланса. Общее уравнение водного баланса:

$ВО + ВОС + ВОР + ВГ + ВК + ВПР + ВБ = ВИСП + ВТ + ВИ + ВПС + ВБС + В1$, где

ВО – начальный запас воды;

ВОС - сумма атмосферных осадков;

ВОР – количество воды, поступившей при орошении;

ВГ – количество воды, поступившей из грунтовых вод;

ВК - количество конденсированной воды;

ВПР – приток воды по поверхности;

ВБ – внутripочвенный боковой приток;

ВИСП - количество воды испарившееся с поверхности почвы;

ВТ – десукция;

ВИ - инфильтрация в толщу грунта;

ВПС –поверхностный сток;

ВБС – боковой внутripочвенный сток;

В1 – конечный запас воды в конце исследования.

При расчете водного баланса запасы воды в почве вычисляют для каждого генетического горизонта, а затем складывают. Запасы воды рассчитывают по формуле:

$$ЗВ \text{ (т/га)} = WdVh, \text{ где}$$

ЗВ - запасы воды для слоя h

W – весовая влажность, %

dV – плотность почвы, г/см³

h – мощность слоя, см.

Для пересчета запаса воды в почве в мм водяного столба необходимо количество воды, выраженное в м³/га, умножить на 0,1.

Г.Н.Высоцкий на основании значений коэффициента увлажнения выделил четыре типа водного режима: промывной, периодически промывной, непромывной, выпотной.

К этим типам водного режима по предложению Роде были добавлены еще два – мерзлотный и ирригационный.

Промывной тип характерен для территорий с преобладанием суммы осадков над испарением (подзолы, дерново-подзолистые, красноземы, желтоземы).

Периодически промывной тип характерен для территорий, где годовое количество осадков и испарение примерно равны. Чередование влажных и сухих лет обуславливает чередование промывного и непромывного типов водного режима (серые лесные почвы, оподзоленные и выщелоченные черноземы лесостепной зоны).

Непромывной тип характерен для территорий, где годовая величина осадков меньше, чем испарение, и атмосферные воды не достигают грунтовых (степные черноземы, каштановые, бурые полупустынные, почвы пустынь).

Выпотной тип характерен для территорий с непромывным типом, но при условии близкого залегания грунтовых вод (гидроморфные солончаки).

Мерзлотный тип характерен для территорий распространения многолетней мерзлоты. Служащая водупором мерзлота обуславливает переувлажнение верхнего сезонно оттаивающего слоя, что приводит к оглеению почвы. Поэтому все почвы оглеены.

Ирригационный тип характерен для орошаемых почв.

7.4 Мероприятия по регулированию водного режима.

Практика регулирования водного режима, как и само земледелие, имеет давнюю историю и основывается на учете почвенно-климатических условий территорий и биологических особенностей культур. При этом используют агротехнические, агромелиоративные, гидромелиоративные, лесомелиоративные и другие приемы и их сочетания.

Для условий сухих степей и пустынной зоны основной прием – орошение. Для зоны с неустойчивым увлажнением крайне важны накопление и со-

хранение влаги. Это осуществляют при помощи снегозадержания и задержания талых вод (кулисные посевы, обработка поперек склона, прерывистое бороздование и т.д.), сохранение влаги в почве (поверхностное рыхление, боронование, мульчирование и др.). большое значение в регулировании водного режима имеют полезащитные лесные полосы, введение чистых паров, а также прикатывание почвы для подтягивания влаги к поверхности.

В зонах достаточного и избыточного увлажнения основной прием – удаление избытка воды. Для его осуществления необходимо устройство дренажной сети, гребневание, кротование и т.д.

7.5 Почвенный воздух, его состав, агрономическое значение.

Почвенный воздух по составу существенно отличается от атмосферного. Основные компоненты атмосферного воздуха – азот, кислород, аргон, углекислый газ. На долю остальных газов приходится лишь 0,01 % объема. Состав атмосферного воздуха достаточно постоянный. В почвенном воздухе по сравнению с атмосферным меньше кислорода и больше углекислого газа. Может в нем изменяться и содержание азота. В почвенном воздухе болотных и заболоченных почв могут находиться также заметные количества NH_3 , CH_4 , H_2 . В составе почвенного воздуха постоянно присутствуют в очень небольшом количестве нелетучие органические соединения (углеводороды жирного и ароматического ряда, сложные альдегиды, спирты и др.), образующиеся в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов.

Наиболее динамичны из всех газов почвенного воздуха кислород и углекислый газ. Им принадлежит очень важная роль в жизни почвы и населяющих ее организмов.

Содержание кислорода и углекислого газа в почвенном воздухе колеблется в широких пределах. В хорошо аэрируемых верхних горизонтах почв содержание кислорода приближается к содержанию его в атмосферном воздухе, а в тяжелых почвах с затрудненным газообменом может снижаться в десятки и сотни раз. Концентрация углекислого газа в почвах с плохим газообменом достигает 20%.

Кислород играет большую роль в жизни растений и почвы. При отсутствии свободного кислорода рост растений прекращается. Оптимальные условия – около 20% кислорода. При недостатке кислорода в почве развиваются анаэробные процессы с образованием токсичных для растений соединений, уменьшается содержание доступных питательных веществ, ухудшаются физические свойства почвы, что в совокупности снижает плодородие и урожай растений.

Высокая концентрация углекислого газа в почвенном воздухе отрицательно сказывается на прорастании семян, развитии корневой системы. Огромное количество углекислого газа потребляется растениями в процессе фотосинтеза, который поставляется почвой в процессе ее дыхания. Поэтому очень важ-

но создать в почве условия для активного новообразования CO_2 и хороший газообмен.

Углекислый газ имеет большое значение при химическом выветривании минеральной части почвы и в накоплении питательных веществ. Почвенный раствор, насыщенный CO_2 , оказывает растворяющее действие на многие соединения почвы.

Улучшение воздушного режима особенно актуально в районах избыточного увлажнения почв. В создании оптимального воздушного режима почвы большое значение имеет улучшение ее физических свойств и структуры.

7.6 Воздушные свойства почв.

К воздушным свойствам относятся воздухоемкость и воздухопроницаемость.

Воздухоемкость – это та часть объема почв, которая занята воздухом при данной влажности. Воздухоемкость обеспечивает нормальную аэрацию почв, если ее величина превышает 25% от объема почвы.

Воздухопроницаемость - способность почвы пропускать через себя воздух. Это неперенное условие газообмена между почвой и атмосферным воздухом. Чем она полнее выражена, тем лучше газообмен, тем больше в почве содержится кислорода и меньше углекислого газа.

Процессы обмена почвенного воздуха с атмосферным называют аэрацией, или газообменом. К факторам, вызывающим газообмен относятся: диффузия, изменение температуры почвы, барометрического давления, количества влаги в почве, влияние ветра, изменение уровня грунтовых вод.

7.7 Тепловые свойства почвы.

Основными тепловыми свойствами почвы являются теплопоглощительная способность, теплоемкость и теплопроводность.

Теплопоглощительная способность проявляется в поглощении почвой лучистой энергии Солнца. Теплопоглощительную способность почвы обычно характеризуют величиной Альбедо (А), которая показывает, какую часть поступающей лучистой энергии почва отражает.

Альбедо представляет собой количество коротковолновой солнечной радиации, отраженное поверхностью почвы и выраженное в процентах от общей величины солнечной радиации, достигающей поверхности почвы.

Для идеально отражающей поверхности Альбедо будет 100%. Альбедо зависит от цвета почвы, ее структурного состояния, влажности и выровненности поверхности.

Теплоемкость – свойство почвы поглощать тепло. Различают удельную и объемную теплоемкость почвы. Удельная теплоемкость – количество тепла в джоулях, затрачиваемое на нагревание 1 г сухой почвы на 10. Объемная тепло-

емкость – количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 см³ сухой почвы на 10.

Теплоемкость зависит от минералогического, механического состава и влажности почвы, а также от содержания в ней органического вещества.

Теплопроводность почвы – способность ее проводить тепло. В почве тепло передается различными путями: через разделяющие твердые частицы воду или воздух, при контакте частиц между собой.

На величину теплопроводности влияют химический и механический состав, влажность, содержание воздуха, плотность и температура.

В сухом состоянии почвы, богатые гумусом и обладающие высокой пористостью аэрации, очень плохо проводят тепло.

7.8 Тепловой режим почв и мероприятия по его регулированию.

Тепловой режим – совокупность всех явлений поступления, передвижения и отдачи тепла почвой.

Источники тепла в почве – лучистая энергия солнца (прямая, рассеянная, а также атмосферная радиация); тепло, получаемое от воздуха; тепло, образующееся в результате разложения органических остатков; тепло от радиоактивных процессов, происходящих в почве. Наиболее важным источником является лучистая энергия солнца.

Количество поступающей на поверхность почвы лучистой энергии подчинено суточной и годовой периодичности. В суточном цикле поверхность почвы нагревается с восхода солнца до 14 часов, а затем она начинает охлаждаться. В годовом цикле она нагревается с марта до июля, а потом охлаждается.

Поверхностный слой служит источником тепла для остальной толщи почвы, в которой оно распределяется в результате теплопроводности почвы.

В летние месяцы наибольшие среднесуточные температуры наблюдаются на поверхности почвы; с глубиной они снижаются сначала быстро, а затем постепенно. В зимние месяцы распределение обратное: температура нарастает с глубиной. Переход от зимнего распределения к летнему происходит в конце апреля, а от летнего к зимнему – в начале сентября.

Огромное влияние на температурный режим почвы оказывает снеговой покров. Снег – плохой проводник тепла, поэтому он уменьшает его излучение из почвы и отдачу в атмосферу, т.е. уменьшает охлаждение почвы.

Тепловой режим зависит от рельефа местности. Экспозиция склонов и их крутизна определяют разницу в количестве тепла, получаемого от солнечной радиации. Почвы на южных, юго-западных и юго-восточных склонах прогреваются лучше, чем на северных, северо-западных и северо-восточных склонах и водоразделах.

Почвы, покрытые растительностью (озимые, травы, лес и т.д.), промерзают меньше, чем непокрытые (без растительности и мульчи).

Типы температурного режима по Димо:

Мерзлотный тип характерен для областей с вечной мерзлотой. Нагревание почвы сопровождается ее протаиванием, а охлаждение – промерзанием до верхней границы многомерзлого грунта. Среднегодовая температура почвы и температура почвы на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательные.

Длительно сезоннопромерзающий. Процесс нагревания в начальной стадии сопровождается оттаиванием, а процесс охлаждения – глубоким промерзанием. Длительность промерзания не менее 5 мес. Глубина проникновения отрицательных температур превышает 1 м. Среднегодовая температура обычно положительная. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная.

Сезоннопромерзающий тип. Процесс нагревания вначале сопровождается оттаиванием, а процесс промерзания – неглубоким промерзанием. Глубина проникновения отрицательных температур не более 2 метров. Длительность сезонного промерзания от нескольких дней до 5 мес. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная. Среднегодовая температура положительная.

Непромерзающий тип. Промерзания не наблюдается. Отрицательные температуры почвы отсутствуют или держатся несколько дней. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца положительная.

Тепловые условия оказывают большое влияние на жизнедеятельность микроорганизмов и, следовательно, на обеспеченность растений элементами минерального питания, скорость разложения органического вещества, синтез гуминовых веществ. Повышение температуры изменяет ряд свойств воды. При резком понижении температуры почвы происходит конденсация водяных паров на поверхности почвы или а границе рыхлого и плотного слоя. Понижение температуры приводит к повышению растворимости газов – углекислоты и кислорода. Колебания температуры почвы улучшают газообмен в почве и состав почвенного воздуха. Промораживание почвы вызывает значительные изменения ее физико-химических свойств.

Регулирование теплового режима должно ориентироваться на улучшение условий жизни культурных растений.

Приемы активного влияния на тепловой режим почвы можно разделить по характеру действия на агротехнические, агромелиоративные и агрометеорологические.

Агротехнические приемы – глубокое рыхление, прикатывание, гребневание, оставление стерни, мульчирование.

Агромелиоративные приемы – лесонасаждение, борьба с засухой, орошение, осушение.

Агрометеорологические приемы направлены на снижение излучения тепла из почвы, борьбу с заморозками и т.д.

Рекомендуемая литература:

1 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982.

2 Муха В.Д., Картамышев Н.И., Муха Д.В. Агропочвоведение. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : КолосС, 2004. - 528 с.

3 Общее почвоведение [Текст] : учеб. пособие для вузов / В.Г. Мамонтов и др. - М. : КолосС, 2006. - 456 С.

Контрольные вопросы:

- 1 Состав почвенного воздуха и его отличие от атмосферного.
- 2 Каково значение воздухопроницаемости?
- 3 Что такое дыхательный коэффициент ?
- 4 От чего зависит содержание O₂ и CO₂ в почвенном воздухе?
- 5 Каково значение кислорода и углекислого газа в почвенном воздухе?
- 6 Перечислите условия. Определяющие газообмен в почве.
- 7 Дайте определение теплового режима почвы.
- 8 Перечислите и дайте характеристику типов температурного режима.
- 9 Назовите приемы регулирования теплового режима почв.
- 10 Какие существуют категории почвенной воды?
- 11 Какова их доступность растениям?
- 12 Что такое влагоемкость? Перечислите виды влагоемкости.
- 13 От чего зависит водопроницаемость и водоподъемная способность почв?
- 14 Что такое водный режим и водный баланс почв?
- 15 Как рассчитать запас влаги в почве?
- 16 Охарактеризуйте приемы регулирования водного режима.

Тема 8 Плодородие почв

Цель: Ознакомиться с понятием плодородия почв, с видами и формами плодородия, с экологической конкретностью плодородия почв и с плодородием почв и продуктивностью агроценоза.

План:

- 8.1 Понятие о плодородии почв
- 8.2 Виды и формы плодородия почв
- 8.3 Экологическая конкретность плодородия почв
- 8.4 Плодородие почв и продуктивность агроценозов

8.1 Понятие о плодородии почв

Почвы представляют собой сложную особую биокосную оболочку земного шара, «покрывающую сушу материков. Горные породы, подвергаясь воздействию многих поколений живых организмов, испытывая длительное влияние атмосферы и гидросферы, преобразуются в почвенный покров. Почвы имеют особый органоминеральный состав. В процессе почвообразования происходит

накопление гумуса и других сложных органических соединений. Почвы обогащаются также биогенными вторичными алюмосиликатными и силикатными минералами, биофильными элементами и таким образом приобретают специфическое свойство — плодородие — способность обеспечивать рост и продуктивность растений, т. е. производить урожай. Это свойство почвы служит основным условием продуктивности фитоценозов и сельского хозяйства со всеми его отраслями.

Соотношение химических элементов в живом веществе и горных породах различно. В почвах постоянно аккумулируются, одновременно закрепляются и переходят в подвижное состояние химические элементы, обеспечивающие жизнь. Важнейшая особенность почвы, основа ее плодородия — избирательное накопление необходимых элементов в почвенных слоях, которое возможно только при участии живых организмов и, главным образом, растений. Их корни поглощают эти элементы из пород. Растения, накапливая в своем веществе элементы-биофилы, затем передают их почвенному гумусу и другим соединениям, тем самым улучшая среду своего обитания. Почвы с гумосферой закрепляют нужные для жизни химические элементы и становятся начальным звеном последующего усвоения и миграции этих элементов, по цепям питания многих групп организмов. Но, в конце концов, они- снова приходят к почве.

Неоднородность биоклиматических условий в сочетании с геоморфологическим разнообразием поверхности Земли определяет сложное переплетение жизненных процессов и явлений физического, химического и иного преобразования литосферы. Формируют широкое разнообразие почв, часто резко контрастных по своему строению и качествам. Но все почвы объединяет общее свойство — плодородие.

Плодородие — это способность почвы удовлетворять потребность конкретных растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы воздухом и теплом. Питание, вода, воздух, тепло — главнейшие слагаемые плодородия почв. Здесь необходимо подчеркнуть следующее. Под почвенным питанием понимается обеспечение растений минеральными формами Р, К, Са, Mg, Na и практически всеми другими химическими элементами, имеющимися в природе. Однако основная масса живого вещества планеты построена из химических элементов, имеющих атмосферное происхождение. Ведущие компоненты атмосферы: N_2 , CO_2 , H_2O — это газы. Именно из них строятся органические вещества живых организмов, в которых по массе господствуют С, О, Н, N. Академик В.И. Вернадский подчеркивал, что «...почти все вещества организмов создаются из газов. Еще ярче эта связь выражена в факте, что все земные газы (исключая вулканические эманации) так или иначе связаны с организмами и процессами жизни».

Кислород — продукт фотосинтеза растений. Весь кислород атмосферы происходит из молекул воды. Вода тоже предоставляет живым, организмам водород. Кислород и углерод живого вещества происходят из углекислоты. CO_2 при в общем-то незначительном содержании в атмосфере (0,03%) — фундамент всей жизни планеты. «Без угольной кислоты не было бы жизни», — пишет В.

И. Вернадский и далее отмечает: «Зеленая растительность перерабатывает и поглощает главным образом углекислоту, происходящую от дыхания почвы. Дыхание почвы есть биохимический процесс, связанный с выделением углекислоты бактериями, почвенной микрофауной и грибами».

Первоисточник воды — соленые воды Океана. Однако вся пресная вода, без которой немыслима жизнь, имеет атмосферное происхождение. Это не что иное, как конденсированная из газообразного состояния атмосферная влага. Среднее ее содержание в атмосфере около 3%.

Наконец, азот как компонент живых организмов имеет атмосферное происхождение, хотя и усваивается в большинстве своем из минеральных соединений почвы. В минеральных породах литосферы азота не было. Организмы, фиксирующие азот из атмосферы, обогащают им почву.

Почва считается плодородной, если растения на ней не страдают от холода и перегрева, а корневые системы получают в нужном количестве элементы питания, воду, не испытывают недостатка в кислороде воздуха. Недостаток или избыток одного из слагаемых компонентов плодородия ограничивает возможности получения урожая и часто приводит к гибели растений.

В многогранном понятии плодородия каждая его составляющая важна и незаменима. А поэтому не следует искать главное. Выделим лишь крайне разносторонние функции живого и мертвого органического вещества и продуктов метаболизма, трансформации органических соединений, их минерализации и новообразования, где вещественно и энергетически преобладает фотосинтез. В этой сложнейшей цепи круговорота и превращения материи выделяется группа специфических органических соединений почвы -- ее гумус. Специфических потому, что они присущи в природе только почвам. От возникновения гумуса, его существования и исчезновения (минерализации) зависит разностороннее явление - плодородие почвы.

8.2 Виды и формы плодородия почв

Возникновение плодородия связано с естественным почвообразованием, поэтому каждой почве присуще *природное*, или *естественное плодородие*. Если почва распахивается либо используется под кормовые угодья, она включается в сельскохозяйственное производство. Ее природное плодородие начинает проявляться в продуктивности сельскохозяйственных угодий. Этот вид плодородия часто называют- *эффективным*, в котором объединены *естественное* и *искусственное* плодородие.

Искусственное плодородие создается человеком, его разносторонним воздействием на природу почвы. Однако человек по-разному влияет на почву. Известно много примеров, когда благодаря его деятельности естественные малопродуктивные ландшафты пустынь, болот, солончаков, солонцов были преобразованы в плодородные пахотные земли. В цветущие сады превратились болота Колхиды, плодородными стали земли Нидерландов, Голодной степи, оазисы Хорезма и Сахары, высокие урожаи риса получают и дельте Куба ни и т. д.

Все это иллюстрирует положительное влияние человека на естественные свойства почв, искусственное плодородие проявляется по отношению к природному в высоком, эффективном плодородии. Но часто земледелец по незнанию или из-за нерадивого хозяйствования, пренебрежительного отношения к почве снижает естественный уровень плодородия, что приводит к деградации почвенного покрова.

Плодородие почв проявляется в двух формах. Во-первых, *плодородие почвы выражается в продуктивности (урожайности) произрастающих на ней растений, в количестве синтезируемой фитомассы*. Плодородная почва должна давать высокий урожай сельскохозяйственных растений. Примером могут служить черноземы Кубани, обладающие превосходными естественными свойствами для культурной растительности и по праву считающиеся плодороднейшими почвами мира.

Однако высокая урожайность растений может быть достигнута за счет увеличения искусственного плодородия. Нечерноземные почвы Западной Европы — рекордсмены мира по урожайности зерновых культур. Поэтому плодородие разных почв, их бонитет сравнивается по многолетней урожайности культурных растений, но обязательно при равных экономических затратах на получение урожая.

Во-вторых, плодородие почвы выражается в богатстве элементами питания, гумусом, в растительно-экологических свойствах и их количественно-качественных особенностях. В данном случае плодородие определяется содержанием в почвах азота, фосфора, калия и других биогенных элементов, необходимых для питания растений и поддержания их различных физиологических функций. Большое значение имеют также свойства почвы, ее характеристики, создающие определенные экологические условия, среду для жизнедеятельности растений. К ним относят реакцию среды (рН), физические свойства, содержание солей, гранулометрический состав, каменистость, солонцеватость, увлажненность и др.

8.3 Экологическая конкретность плодородия почв

Главный парадокс плодородия заключается в том, что все почвы обладают плодородием, и в то же время нет вообще плодородных земель. Их плодородие очень конкретно. Еще в I в. римский ученый-философ Плиний Старший отмечал:

Почва, которую украшают высокие и стройные деревья, далеко не самая лучшая, если не считать ее пригодность для самих деревьев.

Различные почвы не могут быть одинаково хороши для всех растений. Экологические особенности растительных организмов крайне разнообразны в отношении требований к почвенным условиям: к реакции среды, физическим свойствам, гранулометрическому составу и даже к богатству органическим веществом и элементами питания. Например, чай и люпин растут только на кис-

лых почвах, а люцерна предпочитает нейтральные и слабощелочные почвы. Для зерновых культур оптимальны тяжелые структурные почвы, а картофель, бахчевые культуры и черешни лучше растут на легких почвах. На богатых в отношении элементов питания и органического вещества почвах не размещают плантации виноградников и табака из-за резкого ухудшения качества продукции, а конопля и овощи культуры требуют очень богатых почв. Поэтому на практике почвы всегда разделяются на более благоприятные для полевых культур, для садов, для виноградников, для картофеля, для огородов, для чайных плантаций и т. д. Так что *одна и та же почва для одних растений может быть плодородной, для других — малоплодородной.*

В этой особенности почвенного плодородия заложена основа рационального, т. е. в наибольшей степени отвечающего почвенным условиям, размещения сельскохозяйственных растений, направленного на оптимальную специализацию сельскохозяйственного производства. Изучение почвенного покрова, почвенное районирование позволяют выделить территории с наиболее благоприятными природно-почвенными условиями для разных направлений сельского хозяйства, для разных культурных растений. С особенностями почвенного плодородия связано развитие зернового хозяйства, льноводства, хлопководства, виноградарства, табаководства, садоводства, субтропического плодководства и др.

Учитывая экологические особенности культурных растений, плодородная почва должна обладать следующими качествами:

- ***Соответствовать по своим свойствам экологическим особенностям возделываемых культур.*** Например, богатые чернозёмные почвы — лучшие пшеничные земли, на лег-

ких почвах хорошо растет картофель и бахчевые культуры, тяжелые пойменные земли оптимальны для риса, чай и люпин растут только на кислых почвах, а люцерна предпочитает нейтральные и слабощелочные, и т. д.

- ***Обеспечивать растения минеральными веществами.*** Доступность и количество этих веществ неравнозначны для разных культур. Овощи и конопля требуют почв, богатых органическим веществом и легкодоступными азотом, фосфором и калием, хорошо гумусированные почвы оптимальны для зерновых культур и подсолнечника, в то же время виноград, табак, гречиха отрицательно относятся к богатству почвы гумусом, снижая урожайность и качество продукции.

- ***Обладать оптимальным и устойчивым запасом, влаги.*** И здесь экологический оптимум отличается широким разнообразием. Рис возделывают при затоплении, для овощных культур необходимо хорошее, но не избыточное увлажнение, а виноград и сорго нормально вегетируют при влажности почвы, которая для большинства растений означает их гибель от засухи.

- ***Быть достаточно рыхлой и иметь комковато-зернистую или ореховатую структуру,*** что обеспечивает свободное и глубокое развитие корневой системы растений. Черешня, яблоня, груша хорошо плодоносят только на рыхлых почвах, слива же может нормально плодоносить на плотных почвах, а для

кукурузы, подсолнечника, люцерны плотные почвы — не только препятствие, а наоборот, они их улучшают, мелиорируют.

- *Обладать оптимальной теплоемкостью и теплопроводностью*, быть достаточно теплой для обеспечения жизнедеятельности соответствующих растений. Здесь также характерно экологическое разнообразие. Холодные условия необходимы для картофеля, брюквы, турнепса, а яблоня, груша, слива и виноград не переносят высоких температур тропиков.

Человек отбирал растения для культуры во всех природно-климатических зонах, за исключением, по-видимому, только полярного пояса. В сельскохозяйственном производстве возделываются злаки из субтропических и умеренных широт (пшеница, сорго, просо, рожь), клубнеплоды относительно прохладных территорий (картофель, топинамбур) и тропиков (ямс, батат, таро), растения широкого спектра лесных поясов (яблоня, груша, слива, абрикос, мандарин, манго) и т. д. В последние годы даже такое типично таежное растение, как брусника, и типично болотное, как клюква, становятся объектами сельскохозяйственного возделывания. Это свидетельствует о бесконечном разнообразии почв, которые были первоначально родными для ушедших в культуру растений. Учение Н.И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений становится теоретической основой исследований в области почвенной экологии сельскохозяйственных растений.

Культурные растения сохранили в своем генетическом фонде, пусть даже измененном многовековым воздействием человека, адаптивную реакцию к первоначальной природной среде, первоначальным почвам, с которыми когда-то эти растения составляли оптимальное почвенно-экологическое единство. Данное единство определяло максимальную биологическую продуктивность. Поэтому *для эффективного использования почвенного плодородия, получения максимальных урожаев необходимо достигать такого же единства между сельскохозяйственными растениями и культурными почвами.*

На протяжении тысячелетий происходила миграция культурных и дикорастущих растений. Часто культурные растения переселяются из стран их вторичного освоения. Иногда их дикорастущие формы встречаются на значительных площадях в странах, далеких от аборигенного происхождения, если экологические условия климата и почв почти идентичны первоначальным.

Почвенный оптимум для растений широкий разнообразен и является основным содержанием учения о плодородии почв. Основные составляющие почвенных условий, которые для разных растений имеют широкий, ограниченный или узкий оптимум, таковы: органическое вещество, мощность корнеобитаемого слоя, pH, гранулометрический состав, физическое состояние почвы, почвенная влага, элементы минерального питания растений и т. д. Это отдельные частные характеристики почв, которыми обладает любая почва в разном количественном проявлении. Практик и исследователь имеет дело с конкретными почвами, разнообразие которых велико и зависит от притока на поверхность Земли тепла и влаги. Центры происхождения растений в преобладающем большинстве насыщены конкретным биоклиматическим и почвенным содержанием.

Как бы далеко ни ушли культурные растения в своем внешнем соматическом проявлении, созданном творчеством человека, они сохранили практически неизменным свой генетический фонд. Этот фонд закрепил в себе экологическую приспособленность к условиям внешней биоклиматической и почвенной среды, к условиям обитания далеких предков. Однако обширность биоклиматического ареала отдельных растений не гарантирует им всеобщий почвенный экологический оптимум.

8.4 Плодородие почв и продуктивность агроценозов

Природа дает земледельцу весьма разнообразные по агрономическому плодородию почвы в зависимости от типа естественной растительности. Предшествующие и очень разные пути формирования почв и их плодородия под агроценозами начинают вливаться в единое русло в связи с относительно одинаковым воздействием культурных растений на почву. Биологический круговорот веществ как важнейший фактор развития плодородия почв продолжается и при смене естественной растительности на культурную. Весьма существенным показателем биологического круговорота считается объем годичного опада, т. е. количество растительных остатков, ежегодно вовлекающееся в процессы почвообразования. Эти растительные остатки характеризуют объем энергетического биоматериала, обеспечивающего многие почвенные процессы.

В агроценозах к опадению относятся пожнивные остатки и корни сельскохозяйственных культур, причем корни растений преобладают: у пшеницы — 85%, гороха и кукурузы - 90, трав — 90—93%.

По характеру поступления и по объему годичного опада высокопродуктивные агроценозы приближаются к биоценозам луговой степи. Кроме растительного опада, важным источником образования гумуса являются корневые выделения. Это не позволяет рассматривать агроценозы только как потребителей почвенного плодородия. Оставляя в почвах значительную массу органических веществ, культурные биоценозы участвуют и в формировании и в поддержании плодородия почв.

Замена естественных биоценозов агроценозами нарушает существовавшее равновесие между свойствами почвы и биологическими объектами. В результате образуются разной степени несоответствия почвенных свойств и культурных растений. Противоречия, связанные с неодинаковыми экологическими особенностями сельскохозяйственных растений и естественных биоценозов, возникают всегда. На первых этапах возделывания культурных растений при освоении целинных земель многие свойства почв оказываются неустойчивыми к новым условиям, не соответствующими новому набору растительных сообществ севооборота. Поэтому в почве возникают процессы, основное направление которых - привести почвенные свойства в равновесие с культурной биологической средой. Значительна здесь также роль вмешательства человека во взаимоотношение почвы и растений. Внесение удобрений, применение различных мелиоративных и агротехнических приемов способствуют изменению поч-

венных свойств, приводят их в соответствие с экологией культурных растений. Такое изменение почв, их окультурирование есть особая антропогенная стадия развития почв.

При окультурировании свойства почв меняются до определенного уровня равновесия в соответствующей системе земледелия или севооборота. Разные системы земледелия и севообороты формируют разные уровни плодородия. Изменение состава культур в севообороте приводит и к изменению почвенного плодородия. Практики-земледельцы всегда констатируют разное плодородие почв в пропашных и травопольных севооборотах, под огородами, на поливных и богарных землях.

Степень смещения (изменения) естественных свойств почв при окультурировании зависит от экологического сходства или отдаленности биоценозов и агроценозов. Почвы черноземного типа, темно каштановые, темно-серые лесные претерпевают меньше изменений, так как агроценозы по своему воздействию на почву приближаются к травянистой лугово-степной растительности. Наоборот, подзолы, красноземы, сероземы и близкие к ним другие почвы значительно изменяются в процессе окультурирования.

Плодородие почв с культурными биоценозами развивается вместе с развитием производительных сил. *Каждому уровню развития производительных сил соответствует своя продуктивность агроценозов.* Обусловлено это тем, что объем биологического круговорота определяется интенсивностью сельскохозяйственного использования. Это важнейшая черта антропогенного почвообразовательного процесса.

Почва-земля является основным средством производства в сельском хозяйстве, выполняя одновременно две функции: орудия труда и предмета труда. При их помощи человек возделывает необходимые ему растения, получает разнообразную сельскохозяйственную продукцию. А поскольку почва участвует в процессе производства, она сама изменяется под влиянием многосторонней деятельности человека, становится продуктом труда, результатом производственной деятельности. И вот здесь возникает проблема охраны почв: *как результат труда почва не должна стать хуже, потерять свое естественное плодородие.*

Существенная особенность почвы как основного средства сельскохозяйственного производства заключается в том, что она при правильной агротехнике, применении удобрений и других приемов не снижает, а увеличивает свое плодородие. Истощают почву не высокие урожаи, а низкая продуктивность производства и низкая производительность земли. Наши почвы нуждаются в заботливой охране. Но надо всегда помнить, что охрана почвы и ее правильное рациональное использование, повышение плодородия — понятия неразрывные. Охранять земли значит рационально их использовать, добиваться высоких устойчивых урожаев и высокой продуктивности сенокосов и пастбищ. Этого можно достигнуть только с помощью всемерной интенсификации производства, эффективного осушения и орошения угодий, борьбы с эрозией почвы, проведения лесозащитного лесоразведения, введения научно обоснованных се-

вооборотов, совершенствования структуры посевных площадей.

Несомненно на однотипность воздействия агроценозов на почвы, последние не теряют черты предшествующих естественных стадий развития. Каждый почвенный тип в равновесном окультуренном состоянии будет иметь свой неповторимые черты. Судить о свойствах окончательно окультуренной почвы трудно, так как системы земледелия неравноценны по воздействию на почвы, а смена системы земледелия происходит раньше, чем почвы успеют прийти в равновесие. Почвообразовательные процессы имеют продолжительность сотни и тысячи лет. Системы воздействия человека на почву меняются значительно быстрее. Почвы, не успев вступить в равновесие, вновь обретают способность к движению, изменению.

Есть и другая сторона этого вопроса. В пределах одной системы земледелия отношение разных землепользователей к почве не одинаково. Нерадивые земледельцы наносят двойной урон благосостоянию: с одной стороны, недодают продукты питания и сырье для промышленности, с другой — снижают плодородие почв, которое восстанавливается медленно, годами, десятилетиями. Пренебрежительное отношение к почве и ее плодородию подрывает материальную основу повышения урожайности полей, наносит вред интересам землепользователей.

Высокая культура земледелия и интенсификация сельскохозяйственного производства способствуют охране почв, возрастанию их плодородия, улучшают химический состав и физико-химические свойства почв. При высоких урожаях объем органического вещества, оставляемого в почве, становится близким к объему, создаваемому при естественных условиях луговыми степями, т. е. такими сообщества растений, которые формируют в природе самые плодородные почвы — черноземы.

Свойства высокоплодородной почвы должны соответствовать высоким урожаям. Согласно данным физиологов, при условии обеспечения растений всем необходимым по закону оптимума можно считать урожай пшеницы в 60 ц/га удовлетворительным, 80-90 ц/га - нормальным; 120 ц/га — высоким. Эти цифры вполне реальны. На Северном Кавказе уже получают урожаи зерна в ряде случаев 50-70 ц/га.

При оценке продуктивности фитоценозов и агроценозов, что, так или иначе, связывается с плодородием почвы, нельзя недооценивать атмосферно-космические факторы. Ведь подавляющая часть биомассы, бесконечное число различных органических соединений создается не за счет почвенного питания, а благодаря фотосинтезу растений — из углекислого газа воздуха и воды. Коэффициент полезного использования солнечной энергии зелеными растениями составляет 0,1—0,5%. Физиологи полагают, что степень использования солнечной радиации может быть намного увеличена. Это резерв повышения продуктивности агроценозов, условие повышения плодородия почв, расширенного, его воспроизводства.

Рекомендуемая литература:

- 1 В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. Почвоведение - Изд. 2-е, испр. и доп. - М., Ростов н/Д : МарТ, 2006. - 496 с.
- 2 В.Д. Муха. Агропочвоведение. – М.: КолосС, 2003.
- 3 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982.
- 4 Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатьев Н.Н. Общее почвоведение. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.

Контрольные вопросы:

- 1 Дайте понятие о плодородии почв.
2. Какое происхождение имеет основная масса живого вещества планеты? И какие из газов они состоят?
3. Расскажите о видах плодородия.
4. В каких формах проявляется плодородие почв?
5. Что вы знаете о экологической конкретности плодородия почв?
6. Какими качествами должна обладать плодородная почва с учётом экологических особенностей культурных растений?
7. Плодородие почв и продуктивность агроценозов.

Модуль 3 Классификация и география почв

Тема 9 Учение о генезисе и эволюции почв

Цель: Ознакомиться с основными факторами почвообразования, понять, что такое эволюция почв

План:

- 9.1 Учение о факторах почвообразования
- 9.2 Эволюция почв
- 9.3 Влияние производственной деятельности человека на почвообразовательный процесс

9.1 Учение о факторах почвообразования

С возникновением генетического почвоведения стали изучать происхождение почв, их развитие, возникло учение о факторах почвообразования. Функциональную взаимосвязь между почвенным покровом и главнейшими факторами почвообразования можно выразить формулой Е. В. Гильгарда $P = f(O, K, G, R, C) T$, в которую внесен еще один фактор - антропогенный. Здесь P - почва; O - организмы; K - климат; G - горные породы; R - рельеф; C - человек; T - время. В процессе формирования почвы все факторы, кроме антропогенного, являются равнозначными и незаменимыми. Отсутствие одного из них исключает возможность почвообразовательного процесса. На определенных стадиях или в

специфических условиях развития почвы в качестве определяющего может выступить какой-либо один несколько факторов.[^]

Почвообразующая порода. Почвообразующая или материнская порода посредством своего гранулометрического и вещественного состава, присущей ей структуры и текстуры оказывает большое влияние на все свойства почвы: мощность профиля, химический и минералогический составы почв, их физические и физико-механические свойства, водно-воздушный, тепловой и пищевой режимы.

Известный американский ученый, главный химик геологической службы США Ф. Кларк в результате многолетней работы по определению химического состава земной коры определил, что она на 99% состоит из восьми элементов. Впоследствии цифры процентного содержания химических элементов земной коры, несколько уточненные академиком А. Е. Ферсманом, по его предложению были названы числами Кларка, или кларками. В дальнейшем над определением состава земной коры работали многие ученые.

В различных горных породах соотношение химических элементов сильно варьирует, отклоняясь от кларков концентрации. Эти отклонения зависят от состава горных пород, отличающихся большим разнообразием.

Горные породы по происхождению подразделяются на магматические (массивно-кристаллические), метаморфические и осадочные.

Массивно-кристаллические почвообразующие породы представляют собой охлажденную и затвердевшую магму, которая вышла на поверхность земли. Они имеют очень плотную массивную структуру, кристаллическое или скрытокристаллическое строение. В зависимости от содержания и соотношения соединений кремния и щелочей, с одной стороны, железа, кальция и магния - с другой, различают магматические породы кислые и основные.

К кислым магматическим породам относится гранит, широко распространенный в горных массивах Бурятии. Для него характерно высокое содержание кремнезема, заметное количество натрия и калия, небольшое содержание железа, ничтожное - кальция и магния, относительно повышенное - фтора и бора. Кислые магматические породы обычно окрашены в светлые и буроватые тона; в них отчетливо различаются кристаллы кварца, полевых шпатов и слюд. Эти породы содержат большое количество газов, таких, как CO, CO₂, H₂S, CH₄, H, N, Cl, которые при нагревании могут быть выделены. Продукты выветривания и почвы, образующиеся из кислых магматических пород, на ранних стадиях выветривания отличаются рыхлостью, песчанистостью и гравийным характером материала, более или менее достаточным содержанием калия, связанного с минералами группы слюд.

Из основных магматических пород известны базальты. Они характеризуются низким содержанием кремнезема (40-60 % массы). Большая часть кремнезема связана в алюмосиликатных минералах. Свободный кремнезем в виде кварца содержится лишь в небольшом количестве. Основные магматические породы, в отличие от кислых, в основном богаты соединениями марганца, железа, хрома, кобальта, цинка, титана, никеля и меди. Горные породы

щелочной магмы отличаются очень темной, иногда черной окраской, что объясняется отсутствием кварца и преобладанием минералов, окрашенных в темные тона. Продукты выветривания и почвообразования на горных породах щелочной магмы обычно быстро приобретают глинистый характер, длительное время сохраняют щелочную и нейтральную реакцию, отличаются повышенным содержанием почвенного гумуса и глинистых минералов типа монтмориллонита.

Между двумя основными группами массивно-кристаллических пород - кислыми и основными - существует ряд переходных групп.

Метаморфические породы образуются под воздействием высокого давления и температур из осадочных пород. К метаморфическим породам относятся кварциты, сланцы, конгломераты и по химическому составу близкие к гранитам гнейсы.

Осадочные почвообразующие породы покрывают основную часть поверхности суши. Среди них различают континентальные и морские.

Континентальные осадочные породы занимают обычно равнинные территории и пологие склоны. К осадочным породам относятся конгломераты, галечники, пески, супеси, песчаники, глины, суглинки и соли. Они приносятся и перераспределяются на суше главным образом в результате движения льдов, текучей воды и воздушных масс, образуя покровы у подножий горных систем, в конусах выноса горных потоков, в древних долинах и дельтах рек.

К осадочным породам морского происхождения относятся известняки, конгломераты, песчаники, глинистые сланцы, глины. Они характеризуются плотной консистенцией, включают остатки морской флоры и фауны, имеют примесь извести и легкорастворимых солей.

Осадочные породы могут быть очень молодыми, отложенными в четвертичный период, и древними. Новейшие осадочные породы непрерывно образуются и в настоящее время. Они более или менее рыхлые, пористые, часто слоисты. Чем древнее осадочная порода, тем более она изменена. Со временем эта порода, становится более плотной и сцементированной. Обычно цементация происходит под влиянием высокого давления, высокой температуры, циркуляции и накопления в породе вторичных соединений извести, окислов железа и марганца и наиболее часто соединений кремнезема.

Современное почвообразование на преобладающей части поверхности материков идет преимущественно на рыхлых четвертичных отложениях - наносах. Четвертичные отложения являются продуктом новейшей геологической истории. Они образовались в результате переноса и накопления продуктов выветривания и почвообразования на поверхности материков за последние один-два миллиона лет. Грубообломочные и гравийно-песчаные отложения образовались в основном в результате физико-механического разрушения, воздействия льдов, водно-воздушной дифференциации и переотложения. Пылеватые и глинистые породы являются продуктами выветривания и фракционного разделения текучей водой. Тонкие высокодисперсные коллоидные глины, осадки кремнезема, водных окислов алюминия, железа и марганца, осадки солей явля-

ются продуктами глубокого химического и биохимического выветривания, миграции и отдельного осаждения и накопления. Современный почвенный покров континентов и свойства почв формировались в значительной степени параллельно с формированием четвертичных почвообразующих пород, и в тесной зависимости от них. Почвообразующие породы закономерно распределяются по элементам рельефа. Элювиальные отложения независимых позиций. Возникающие при выветривании и почвообразовании минеральные продукты обладают разной подвижностью. Часть продуктов выветривания уносится из сферы образования, однако значительная доля их задерживается и накапливается на месте, образуя элювий. Для элювия характерны отсутствие слоистости, постепенный переход от тонкого материала верхних слоев через обломочные, грубые продукты выветривания к первоначальной горной породе на известной глубине. Элювий может быть грубообломочным или глинистым, мощным или неглубоким, карбонатным или кислым. Мощность формирующегося элювия будет тем больше, чем древнее равнинное плато, меньше выражена эрозия, влажнее и теплее климат и более развит покров растительности.

Делювиальные отложения склонов и подгорных равнин. Продукты эрозии, принесенные и отложенные временными потоками дождевых и снеговых вод, на склонах, примыкающим к горам, к плато, к высоким водоразделам, называют делювием. Здесь в случаях сухого и жаркого климата происходит аккумуляция мало- и легкорастворимых солей, приносимых испаряющимися делювиальными водами.

Горные возвышенности на всем протяжении обычно окаймляются делювиальными наклонными равнинами. Так как горообразовательные процессы непрерывно продолжаются, то вдоль горных сооружений формируется несколько генераций делювиальных равнин, поднимающихся исполинскими ступенями к горам.

Пролювиальные отложения конусов выноса. Временно действующие горные реки и потоки, обладающие большой транспортирующей силой, образуют при выходе на равнину так называемые конусы или веера выносов, сложенные продуктами выветривания и денудации, принесенными из области гор. Породы, слагающие конусы выносов, называют пролювием. В природе делювий и пролювий часто сочетаются, образуя делювиально-пролювиальные равнины.

Материал, слагающий пролювий, отличается большей или меньшей окатанностью, неправильной косо́й слоистостью и плохой сортированностью. Вместе с тем прослеживается дифференциация по протяженности конуса выноса. Крупный материал отложен ближе к повышению рельефа: с удалением от них крупность зерна уменьшается, галечники сменяются гравием, песками, а последние суглинками.

Аллювиальные отложения речных долин и дельт

Огромная часть материала, образовавшегося при выветривании, эрозии и денудации, попадает в реки и транспортируется на громадные расстояния теку-

чими водами. При уменьшении скорости движения речной воды откладывается масса минерального материала.

Аллювиальные равнины часто имеют несколько террас, т.е. равнинных обширных ступеней, вытянутых вдоль современных и древних русел рек. Наиболее молодыми, еще растущими вследствие ежегодных паводков, являются пойменные террасы и поймы. Для аллювия, слагающего пойменные террасы, свойственна ясно выраженная и относительно правильная горизонтальная слоистость наносов. В краевой части пойменной террасы образуются русловые валы, обычно содержащих больше песчаного материала и щебня, чем материал других частей поймы. Центральные и междуречные части пойменной террасы представлены понижениями и сформированы более глинистым материалом.

Каждая из этих террас, от более молодой к древним, обозначаются номерами I, II, III, IV. В отложениях террас часто наблюдаются ясно сохранившиеся следы горизонтальной слоистости. С возрастом террас слоистость аллювия исчезает под влиянием выветривания и почвообразования.

В верхнем течении рек аллювий преимущественно сложен галечником. Вниз по течению крупность гальки, отлагаемой реками, постепенно уменьшается. Галечниковый, гравийный аллювий сменяется песками, суглинками, глинами.

Озерно-болотные отложения

В озерно-болотные водоемы вместе с водой поступают лишь наиболее тонкие частицы. Поэтому озерные и болотные отложения в большинстве своем отличаются глинистостью, тонкой горизонтальной слоистостью, отражающей сезонное питание водоема водами. Зарастая, озера и болота покрываются толщами торфа, превращаясь в торфяник. Озерные и болотные отложения в сухих и жарких областях обогащены содой, углекислым кальцием и легкорастворимыми солями.

Отложения ледниковых и приледниковых областей

Для ледниковых отложений (морен) характерны несортированность, отсутствие слоистости и содержание крупных валунов в общем глинистом и суглинистом материале. Валунны могут быть представлены обломками гранитов, известняков или других пород, в зависимости от мест питания ледников. Иногда в толщу морены включены линзы песков, гравия. Флювиогляциальные отложения слоистые галечниковые или песчаные. Они слагают длинные узкие гряды, которые называют озами.

Климат - многолетний статистический режим погоды, главный количественный показатель состояния атмосферы и воздействующих на почву атмосферных процессов, прежде всего поступление в почву тепла и воды. В аспекте геологического времени климат - явление переменное. С изменением климата тесно связана история развития органического мира, а, следовательно, и история развития почвенного покрова Земли. Климат играет важнейшую роль в закономерном размещении типов почв по лику земного шара, ему принадлежит огромная роль в установлении определенных циклов динамики почвообра-

зовательных процессов, их специфике и направленности. С климатическими условиями связана энергетика почвообразования.

Ведущим фактором климата является солнечная радиация. Общий приток тепла к земной поверхности измеряется радиационным балансом (R). Радиационным балансом, или остаточной радиацией подстилающей поверхности, принято называть разность между радиацией, поглощенной земной поверхностью, и эффективным излучением:

$$R = (Q+q)(1-A)-E,$$

где Q - прямая радиация; q - рассеянная радиация; A - альбедо (в долях единицы); E - эффективное излучение поверхности.

Радиационный баланс зависит от широты местности, характера подстилающей поверхности, степени увлажнения территории. В соответствии с поступлением тепла на поверхности Земли формируются термические пояса планеты:[^]

Пояса Радиационный баланс

Полярный 21 – 42

Бореальный 42 – 84

Суббореальный 84 – 210

Субтропический 210 – 252

Тропический 252 – 336

Исключительно большая роль климата в процессах почвообразования заставила на основе учета термических параметров произвести выделение в каждом почвенном типе фациальных подтипов. Деление на фациальные подтипы производится с учетом суммы активных температур воздуха выше 10°, суммы температур почвы выше 10° на глубине 0.2 м и продолжительности периода отрицательных температур на глубине 0.2 м. Для деления почв на фациальные подтипы вводятся номенклатурные обозначения, связанные с их термическим режимом: жаркие, теплые, умеренно теплые, холодные, умеренно холодные, промерзающие, непромерзающие и т.д.

Другой важнейшей составляющей климатической характеристики являются атмосферные осадки. В целом поступление атмосферных осадков нарастает от полюса к экватору. В связи с размером и строением материков, их рельефом, близостью расположения морей и океанов, наличием в них холодных или теплых течений, а также в зависимости от преобладающего направления движения воздушных масс происходит распределение атмосферных осадков. В результате на любой конкретной территории складывается определенный тип теплового и водного режимов.

Способ характеристики климата как фактора водного режима с помощью коэффициента увлажнения (Ку) введен в практику почвоведения Г.Н. Высоцким.

$$K_y = Q/V,$$

где Q – сумма осадков, мм

V – испаряемость, мм

По обеспеченности суши водой на земном шаре выделяют следующие области (Будыко, 1968):

Климатические области Ку

Исключительно сухие (супераридные) 0.1-0.2

Засушливые (аридные) 0.3-0.5

Умеренно сухие (семиаридные) 0.5-0.7

Влажные (гумидные) ~ 1.0

Избыточно-влажные 1.2-1.5

Особенно влажные (супергумидные) 1.5-3.0

Учет климатических факторов показал, что, если ресурсы тепла достаточно велики, дополнительное увлажнение приводит к увеличению продукции, при недостатке тепла - к ее снижению.

Помимо «общеземного» климата, определяющего главные особенности закономерного размещения почв на земной поверхности, в процессах почвообразования большую роль играет местный климат, получивший название «микроклимата». Возникновение того или иного типа «микроклимата» определяется корректировкой климатических показателей формами рельефа, экспозицией склонов, наличием местных водных бассейнов и характером растительного покрова.

Чередование в рельефе положительных (водоразделы, склоны) и отрицательных (межгорные впадины, долины рек) элементов рельефа способствует перераспределению по территории влаги атмосферных осадков и созданию контрастных водных режимов почв возвышенных и пониженных участков. На террасах и в поймах речных систем при этом сказывается влияние близкого уровня грунтовых вод и паводков.

На равнинных территориях перераспределителем тепла и влаги служит микрорельеф. Микрозападины являются местными аккумуляторами поверхностных вод и играют значительную роль в создании местного микроклимата.

Не меньшая роль в создании микроклимата принадлежит растительности. При одинаковом строении рельефа создаются большие различия в водно-тепловом режиме почв на участках, занятых лесной растительностью и открытым полем или лугом.

Рельеф Одним из важнейших факторов почвообразования, оказывающим огромное влияние на генезис почв и их пространственную неоднородность, является рельеф местности. В почвообразовании прямая роль рельефа получает отражение в развитии эрозионных процессов. Косвенная роль рельефа в почвообразовании выражается через перераспределение климатических факторов тепла, света, воды. Наиболее ярко косвенная роль рельефа проявляется в существовании вертикальной - климатической, почвенной и растительной - зональности в горах. Эволюция почв находится в прямой связи с эволюцией рельефа.

Рельеф, также как и почвообразующие породы является асимметричным фактором в размерах планеты. Он определяет большое разнообразие почв природных зон, которые образуют ряды, отличающиеся по степени гидроморфности и термическому режиму. В пределах горных систем большое влияние на

разнообразие почв и структуру почвенного покрова оказывает вертикальная зональность и общий климат горной страны. Здесь приобретают большое значение интерференции (выклинивание), инверсии (обратное распределение) и миграции (проникновение одной в другую) почвенных зон.

В практике почвенных исследований установилась следующая систематика типов рельефа: а) макрорельеф; б) мезорельеф; в) микрорельеф; г) нанорельеф. Каждый из типов рельефа играет определенную роль в генезисе и географии почв и в формировании структуры почвенного покрова.

Биологические фактор. Начало почвообразования всегда связано с поселением организмов на минеральном субстрате. В почве обитают представители всех четырех царств живой природы - растения, животные, грибы, прокариоты. Среди них главным накопителем органического вещества и энергии в биосфере, а также основным источником почвенного гумуса являются высшие растения. Важнейшей их функцией является регулярный синтез органического вещества, сопровождающийся мобилизацией минеральных соединений. Через опад и отпад органическое вещество, созданное растениями, попадает на поверхность почвы и в почву и под воздействием беспозвоночных и микроорганизмов, населяющих почву, подвергается процессам трансформации и либо минерализуется до простых соединений (углекислоты, воды, газов и солей), либо преобразуется в новые сложные соединения - почвенный гумус. В гумусовой оболочке Земли сосредоточено количество энергии ($n \cdot 10^{19}$ - $n \cdot 10^{20}$ кДж), соизмеримое с энергией, связанной в биомассе суши. Роль древесной и травянистой растительности в процессах почвообразования существенно отличается. Древесина отличается высоким содержанием лигнина. В злаках много гемицеллюлоз, заметную величину представляют воднорастворимые вещества. Велика разница и в количестве и составе минеральных веществ, вовлекаемых в ткани растений.

Поглощая химические элементы, корневая система выделяет в эквивалентном количестве ионы (OH^- , HCO_3^- , H^+), а также органические соединения типа кислот, которые в свою очередь разрушают первичные минералы.

Тип растительной ассоциации определяет скорость, объем, характер и химизм биологического круговорота элементов. Например, масса биогенных элементов, совершающих циклы в биологическом круговороте травянистых ценозов, меньше, чем в лесных сообществах. Однако в связи с тем, что интенсивность круговорота этих сообществ значительно выше, чем лесных, обращение отдельных элементов в них происходит быстрее.

Наряду с высшей, растительностью большое влияние на процессы почвообразования оказывают многочисленные представители почвенной фауны - беспозвоночные и позвоночные, населяющие различные горизонты почвы и живущие на ее поверхности.

По размерам особей представителей почвенной фауны можно разделить на четыре группы: 1) Микрофауна - размером менее 0,2 мм; 2) Мезофауна - от 0,2 до 4 мм; 3) Макрофауна - от 4 до 80 мм; 4) Мегафауна - более 80 мм.

Среди почвенных животных абсолютно преобладают беспозвоночные. Их суммарная биомасса в 1000 раз больше, чем общая биомасса позвоночных. Ос-

новная функция беспозвоночных в процессе почвообразования - измельчение и разрушение органических остатков. По характеру выполнения этих функций их можно разделить на разлагатели первичные и вторичные. Первые поедают растительные остатки, изменяя их лишь частично. Главная их роль заключается в измельчении растительных остатков. К первичным разлагателям относятся моллюски, энхитреиды, подстилочные дождевые черви, мокрицы, клещи, многоножки, личинки двукрылых, частично ногохвостки, кивсяки. Частично переработанные первичными разлагателями растительные остатки подвергаются затем воздействию микрофлоры, чаще же служат пищей для вторичных разлагателей. К ним относится большая группа дождевых червей, ногохвостки. Эта группа почвенной фауны подвергает растительные остатки как таковые или в виде продуктов метаболизма первичных разлагателей биохимическим преобразованиям, обогащает их, ферментами, частично минерализует, смешивает органические и минеральные компоненты до образования органоминеральных комплексов. Таким образом, вторая группа разлагателей выступает как энергичный гумификатор и гумусообразователь. Многие исследователи считают, что вторичные разлагатели, в частности дождевые черви, в значительной степени определяют образование гумусовых веществ (Гиляров и др., 1974; Козловская, 1977).

В лесных почвах преобладают первичные разлагатели, большинство которых концентрируется на контакте слоев АО - А1. Они измельчают растительные остатки, увеличивая тем самым их активную поверхность.

В почвах, формирующихся под травянистой растительностью и отличающихся большей биологической активностью, возрастает роль вторичных разлагателей, таких, как дождевые черви.

Дальнейшее разложение сложных высокомолекулярных соединений до простых конечных продуктов: газов (углекислота, аммиак, и др.), воды и простых минеральных соединений, осуществляют микроорганизмы. Главная масса микроорганизмов сосредоточена в пределах наиболее густо пронизанной корнями и заселенной мезофауной части профиля.

Макро- и мегафауна представлены главным образом роющими животными, перемещающими и перемешивающими огромные массы почвы и почвообразующей породы.

Время как фактор почвообразования В числе факторов почвообразования В.В. Докучаевым было названо время или возраст страны. Под развитием почв понимают их постепенное образование в результате взаимодействия почвообразующей породы, воды, воздуха и организмов, достижения почвой состояния динамического равновесия с комплексом факторов почвообразования, специфическим для каждого участка суши. Но поскольку сами факторы почвообразования находятся в постоянном развитии, то это отражается и на эволюции почвенного покрова.

9.2 Эволюция почв

Под эволюцией почв понимают изменение уже сформированных почв в новые типы или подтипы, связанное с эволюцией всей природной среды. ***В эволюции почв можно различать несколько циклов:***

1 Биогенный – является результатом борьбы двух противоположно направленных процессов: биологической аккумуляции веществ и геологического выноса т.е. биологического и геологического круговоротов.

2 Биогеоморфологический. В этом цикле почва изменяется в результате эволюции рельефа и земной поверхности и поверхностных отложений.

3 Биоклиматический, связанный со сменой климата в течение геологических эпох.

Во всех названных циклах почва участвует одновременно, но для выявления сущности и причин процессов, протекающих в почве, эти циклы необходимо отличать друг от друга.

Эволюцию почв в биогенном цикле иногда называют циклом саморазвития. В этом цикле происходят глубокие необратимые изменения в составе и строении самих почв в процессе почвообразования. Вместе со всем ландшафтом почва переживает биогеоморфологический цикл развития, связанный с развитием рельефа. В результате взаимодействия эндогенных и экзогенных сил земная поверхность испытывает постоянное преобразование, которое влияет на развитие почвенного покрова. Главным образом, это происходит вследствие изменения гидротермического режима (экспозиционности склонов, стока, дренажа, грунтового увлажнения). По мере врезания гидрографической сети, размыва и денудации первичного рельефа территории и превращения его в пенеплен происходит эволюция почвенного покрова. Неоднородный, разнообразный по составу почвенный покров «первичной» равнины сменяются зрелым, с хорошо выраженными зональными почвами почвенным покровом эрозионной равнины. Он характеризуется сложным пересеченным рельефом, и наконец, вновь пестрым, комплексным покровом выровненной, с затрудненным естественным дренажем древнего пенеплена.

Связь эволюции почвенного покрова с изменением рельефа прослеживается в процессе развития речных долин. Переход пойм в речные террасы вследствие понижения базиса эрозии и врезания гидрографической сети влечет за собой эволюцию пойменно-аллювиальных почв лугового типа в почвы элювиального ряда, свойственные современным климатическим условиям. В таежно-лесной зоне формируются подзолистые почвы, в лесостепи и северной степи – лугово-черноземные и т.д.

Для древнеаллювиальных и аккумулятивно-морских равнин с близко залегающими грунтовыми водами характерен пестрый и комплексный почвенный покров с участием заболоченных и засоленных почв. По мере эрозионного расчленения территории и опускания уровня грунтовых вод почвенный покров испытывает глубокие преобразования, приближаясь по характеру к типичным зональным почвам. Однако еще долгое время в составе почвенного покрова и

свойствах почв будут наблюдаться реликтовые признаки, характерные для прежних фаз преобразования. Поэтому для понимания особенностей современного почвенного покрова важно знать историю развития почв в связи с эволюцией рельефа.

Биоклиматический цикл эволюции почв связан с крупными изменениями климата в геологические отрезки времени. Они обусловлены общепланетарными или космическими причинами, такими как потепление или похолодание, смена сухих (ксеротермических) эпох влажными (плювиальными). При этом происходит смещение границ климатических зон и фаций. Одновременно происходят изменения в растительном покрове, в тепловом и водном режиме почв, что влияет на ход почвообразовательного процесса и отражается в свойствах почв. В профиле почвы происходит постепенное ослабление признаков, отвечающих прежней фазе почвообразования, и возникают новые признаки, соответствующие новому комплексу факторов почвообразования. Однако, также как и в ходе геоморфологической эволюции почвенного покрова, современные почвы часто содержат реликтовые признаки и свойства, связанные с изменением климатических условий.

В качестве примера можно назвать нахождение реликтовых подзолов в тундровой зоне, что указывает на менее суровый климат и более северное положение границы лесов в недавнее геологическое время. Это согласуется с данными палеогеографии. На основании изучения пыльцевых диаграмм выяснилось, что в эпоху климатического оптимума 2500-7700 лет назад лесная зона в некоторых районах доходила до берегов Ледовитого океана.

Современный почвенный покров в геологическом отношении молод. Большая часть почв сформирована на отложениях четвертичного возраста. Ритмические изменения природных условий четвертичного периода обусловили прерывистость почвообразования. Эпохи почвообразования сменялись эпохами денудации и аккумуляции отложений, на которых вновь начиналось почвообразование. Следы этого явления мы видим в нескольких погребенных профилях в лессовых отложениях. Изучение погребенных почв может дать важные результаты для восстановления истории развития природных условий в различные геологические эпохи и периоды.

Большинство современных почв, начавших формироваться на территориях, подвергшихся оледенению, вероятнее всего на рубеже позднего плейстоцена и голоцена (10300 лет назад) и переживших без погребения и денудации весь голоцен, являются полигенетическими. В их профиле последовательно наложены и сложно интегрированы результаты многих периодов саморазвития, соответствующих изменению природных условий на протяжении голоцена. Поэтому другая часть эволюционной проблемы, касающаяся собственно эволюции современных почв в голоцене, заключается в выяснении того, что в наблюдаемых сегодня на дневной поверхности почвенных профилях сформировано «сегодняшними» условиями среды и что унаследовано профилем от предыдущих этапов голоцена с иными природными условиями.

9.3 Влияние производственной деятельности человека на почвообразовательный процесс

Антропогенный фактор, в отличие от других факторов, не является необходимым в формировании почвы и тем не менее в настоящее время вряд ли можно найти на планете территорию, где антропогенный фактор не оказал бы влияния на почвенный покров. Антропогенные воздействия приводят к значительному изменению почв как при непосредственном их использовании, так и в результате воздействия на факторы почвообразования. Прямое воздействие человека на почвы резко усилилось в условиях возрастающей интенсификации сельскохозяйственного производства. В первую очередь это агротехнические и агрохимические мероприятия, приводящие к изменению физических, химических и биологических свойств и всего морфологического облика почв. Они направлены на поддержание сельскохозяйственных ландшафтов в ювенильном, *неравновесном* состоянии, когда они обладают не только повышенной продуктивностью, но и уязвимостью. Когда в этот процесс вовлекаются крупные массивы *неравновесность* становится присущей экосистемам более высокого ранга.

В настоящее время площадь вовлеченных в сельскохозяйственное производство земель достигло 4,5 млрд. гектаров (из них 1,5 млрд. гектаров пашни и 3 млрд. гектаров пастбищ и сенокосов). Это составляет $\approx 30\%$ от площади суши. Основные площади распаханых земель на равнинах приурочены к влажным и умеренно засушливым областям суббореального пояса. Здесь наиболее широко используются в земледелии бурые лесные почвы, черноземы, каштановые почвы (30%). По направлению от суббореального пояса к экватору и полюсам площади распаханых земель и степень земледельческого освоения территорий уменьшаются. В бореальном поясе во влажных областях распаханые земли составляют 18 % от общей площади. В субтропических влажно-лесных областях земледельческая освоенность красноземов и желтоземов около 20%. В засушливых областях субтропического пояса, где в почвенном покрове господствуют коричневые, серо-коричневые и черные субтропические слитые почвы, площадь используемых в земледелии территорий составляет около 12.6% от общей площади. Во влажных тропических областях с красно-желтыми и красными ферраллитными почвами пашня составляет 7.4%, при этом наибольшие площади ее сосредоточены в странах муссонной Азии. Значительно менее освоены влажно-тропические области других континентов. В тропических засушливых переменнно-влажных областях, где распространены красные, красно-коричневые и красно-бурые почвы саванн, коэффициент земледельческого использования территории 12.6% главным образом за счет черных тропических, наиболее плодородных почв этих областей. В сухих тропических, субтропических и суббореальных областях земледелие приурочено к долинам рек, подгорным равнинам и оазисам, где оно возможно только при орошении. Коэффициент земледельческого использования аридных областей очень низок – около 1.3%. Исключение представляют области распространения сероземов, где сте-

пень распаханности составляет 7.6%. Общая площадь пахотных земель составляет в настоящее время около 13% от общей площади суши.

В настоящее время наиболее плодородные земли уже распаханы. Освоение новых земель главным образом за счет лесных и аридных территорий требует проведения дорогостоящих мелиораций. Поэтому первоочередной проблемой сельскохозяйственного производства является сохранение уже используемых земель и повышение их плодородия.

К антропогенным воздействиям следует отнести распашку земель, использование под пастбища, использование под сенокосы, пожары, возникающие по вине человека, рубки леса, нарушение ландшафтов при добыче полезных ископаемых и противоположно направленное антропогенное воздействие - рекультивация земель. Площадь почв, нередко наиболее плодородных, сокращается при отторжении их для строительства дорог, промышленных предприятий и жилых массивов. В процессе хозяйственной деятельности образуются отходы, зачастую токсичные, которые в виде сточных вод, кислотных дождей и т.д. попадают в почву.

В настоящее время в мире ежегодные потери земель за счет эрозии, вторичного засоления, а также создания жилых массивов, строительства искусственных водохранилищ и промышленных сооружений составляют 10-15 млн. гектаров. В настоящее время на планете идет активный процесс сокращения площадей плодородных почв и, соответственно, увеличение деградирующих. Естественное же восстановление плодородия представляет собой очень длительный процесс, измеряемый сотнями лет. Как показывает опыт, наиболее радикальные изменения, приводящие к необратимому разрушению всех установившихся в природном комплексе связей, происходят в том случае, если неблагоприятные воздействия коснулись почвенного покрова.

Развитие процессов, ведущих к деградации почвенного покрова, зависит также от свойств самой почвы: содержания органического вещества, гранулометрического и минералогического составов, степени и характера агрегированности, емкости поглощения и степени насыщенности ее катионами и др. Все указанные параметры являются параметрами «активности территории» (термин введен И.И. Невяжским, Э.Н. Сохиной, 1987). Понятие активности территории включает в себя понимание территории как самостоятельного пространственного ресурса, имеющего сложную морфологическую и функциональную структуру. Оно отличается от общепринятого понятия «потенциал территории» тем, что отражает ее актуальную и предполагаемую реакцию на антропогенные воздействия. Если говорить о сотворчестве с природой, то постоянно необходимо иметь в виду активность тех ее компонентов, с которыми человек вступает в контакт.

Рекомендуемая литература:

- 1 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982. - с.315-418.
- 2 В.Д. Муха. Агропочвоведение. – М.: КолосС, 2003. – с.227-287.

З В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. Почвоведение - Изд. 2-е, испр. и доп. - М., Ростов н/Д : МарТ, 2006. - 496 с.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите факторы почвообразования.
2. Материнские породы как фактор почвообразования.
3. Климат как фактор почвообразования.
4. Рельеф как фактор почвообразования.
5. Биологически факторы почвообразования.
6. Время как фактор почвообразования.

1. Как вы считаете, какой фактор почвообразования является ведущим?
2. Что такое эволюция почв?
3. Какое влияние на почву оказывает производственная деятельность человека?

Тема 10 Чернозёмные почвы

Цель: Изучить условия почвообразования, основные признаки и свойства чернозёмов их классификацию

План:

- 10.1 Условия почвообразования
- 10.2 Основные признаки и свойства черноземов
- 10.3 Классификация и диагностика черноземов

10.1 Условия почвообразования

Климат характеризуется теплым летом и умеренно холодной зимой. В восточных областях зима холодная и суровая. Неоднородность климата проявляется в различной обеспеченности теплом в период вегетации, в зимних температурах и характере увлажнения. По мере движения с запада на восток уменьшается количество тепла, нарастает континентальность климата, снижается количество осадков.

Количество атмосферных осадков обеспечивает успешное произрастание травянистой растительности и ее высокую конкурентную способность по отношению к древесным растениям. Естественное увлажнение степной зоны обеспечивает успешное богарное (неорошаемое) земледелие, хотя в отдельные годы возможны засухи. выпадающие осадки определяют периодически промывной водный режим почв, т. е. в отдельные влажные годы почва и кора выветривания промывается до грунтовых вод и освобождается от легкорастворимых солей и гипса. В годы с пониженным количеством осадков происходит промачивание почв только до определенной глубины без смыкания с грун-

товыми водами. При таком водном режиме карбонаты остаются в почве и коре выветривания, так как их растворимость в воде незначительная, в то же время почвенно-грунтовая толща часто освобождается от легкорастворимых солей и гипса. Карбонаты Ca и Mg определяют нейтральную и слабощелочную реакции среды.

Температурные условия определяют периодичность биологической активности биогеоценозов. Характерен период зимнего покоя (2—5 месяцев). Наибольшая активность живого вещества наблюдается в мае. Весенне-летне-осенний период обеспечивает длительный период вегетации растений и обилие ежегодно синтезируемой биомассы. Однако среднесуточные летние температуры, не превышающие 20°C, зимний покой, ранневесенняя и позднеосенняя прохладная погода не способствуют глубокому преобразованию минеральной части коры выветривания почв, характерному для тропических и субтропических условий. Для степной зоны типично образование сиаалитной коры выветривания, обогащенной вторичными глинистыми минералами.

Почвообразующие породы в основном представлены лессовидными глинами и суглинками. В северных частях зоны встречаются покровные глины ледникового происхождения. Реже наблюдаются третичные глины, продукты выветривания различных горных пород.

Характерная черта практически всех почвообразующих пород — карбонатность. Содержание CaCO₃ в лессовидных отложениях 6—8%. Это влияет на характер почвообразования, определяя нейтральную реакцию почвенной среды, и создает благоприятные условия для развития травянистой растительности. Однако иногда встречаются и безкарбонатные глины и суглинки, на которых формируются своеобразные роды черноземов.

10.2 Основные признаки и свойства черноземов

Черноземные почвы образовались в результате воздействия дернового процесса, протекающего под травянистой растительностью луговых степей. В лесостепной зоне черноземы оподзоленные, кроме того, претерпели воздействие и лесной растительности.

Для черноземообразования характерно ежегодное поступление большого количества органических остатков травянистой растительности как на поверхность почвы, так и в ее верхние горизонты. Отмирающая растительность черноземных степей отличается высокой зольностью, богатством основаниями и значительным содержанием азота, что благоприятствует процессам ее гумификации.

Разложение растительных остатков, образование гумуса, а также и его минерализация наиболее интенсивно протекают в периоды сочетания в почве оптимального увлажнения и благоприятных температур. В черноземной зоне периоды увлажнения сменяются периодами иссушения почвы, что исключает бы-

струю минерализацию образовавшегося гумуса и способствует его сохранению и накоплению. Значительному накоплению гумуса в черноземных степях благоприятствует и богатство основаниями (карбонатность) почвообразующих пород. Образующиеся гумусовые соединения нейтрализуются кальцием как самих растительных остатков, так и карбонатов породы и закрепляются в почве.

Преобладающей формой гумусовых веществ в черноземах являются гуминовые кислоты. Накопление больших количеств гуминовых кислот, вступающих в прочную связь с минеральными коллоидами, обуславливает образование структуры почвы в зоне максимального развития корневых систем травянистой растительности.

Наиболее интенсивно черноземообразование проявляется в лесостепной зоне, где создаются лучшие условия увлажнения, развивается более пышная растительность с глубокой корневой системой, продолжительнее период гумусообразования. К югу и востоку в связи с нарастанием сухости и континентальности климата уменьшается глубина промачивания почвы, а следовательно, в глубина проникновения корневых систем и как следствие формируются черноземы с меньшей мощностью гумусового слоя.

Черноземные почвы характеризуются рядом специфических общих признаков. Прежде всего, весь облик этих почв свидетельствует о богатстве их органическим веществом. В профиле черноземов выделяется мощный темноокрашенный гумусовый, или перегнойно-аккумулятивный горизонт. В среднем мощность гумусового слоя колеблется в пределах 50—100 см. Но встречаются черноземы, у которых мощность гумусового горизонта достигает 150—200 см. Темно-серая, часто почти черная окраска верхней части гумусового слоя обусловлена высоким содержанием гумуса.

По содержанию гумуса черноземные почвы подразделяются на слабогумусированные с содержанием гумуса менее 4%, малогумусные (4 - 6%), среднегумусные (6—9%) и тучные (>9%). Содержание гумуса тесно связано с механическим составом: в пределах одного и того же подтипа чем тяжелее механический состав, тем выше содержание гумуса.

Таким образом, характерной чертой черноземных почв является накопление огромного количества устойчивых гумусовых соединений, составляющих в метровом слое почвы в среднем 400—600 т на 1 га.

Вторым признаком черноземов является характерное строение профиля, отличающееся отсутствием резко выраженной его дифференциации на генетические горизонты. При взгляде на профиль чернозема мы видим темноокрашенный гумусовый слой, который постепенно переходит в породу, часто заходя в нее отдельными гумусовыми затеками или языками. Гумусовый слой в 'связи с неодинаковой интенсивностью окраски органическим веществом делят на два самостоятельных горизонта: верхнюю наиболее гумусированную часть выделяют как перегнойный горизонт А и нижнюю часть гумусового слоя до гумусовых затеков выделяют как переходный горизонт В₁. Переход в горизонт В₁ постепенный и фиксируется появлением коричневатого оттенка в окраске, который книзу заметно усиливается. Слой с гумусовыми затеками выделяется в

самостоятельный горизонт гумусовых затеков B_2 . Мощность горизонтов $A+B_1$ характеризует общую мощность гумусового слоя. В зависимости от мощности гумусового слоя $A+B_1$ черноземы подразделяют на виды: маломощные ($A+B_1 < 40$ см), среднемощные (40—80 см), мощные (80—120 см) и сверхмощные (> 120 см).

Ниже гумусового слоя, часто захватывая горизонт гумусовых затеков, залегает горизонт максимального скопления карбонатов — карбонатный, или карбонатно-иллювиальный, горизонт B_k . Карбонаты в этом горизонте содержатся в виде псевдомицелия, известковых трубочек или в форме известковых примазок и «белоглазки». Обилие карбонатов придает горизонту часто более светлую окраску по сравнению с породой.

В целинных почвах под девственной степной растительностью в черноземных почвах выделяют горизонт степного войлока — A_0 . Он состоит из переплетенных остатков травянистой растительности. На пахотных почвах распашанную часть горизонта A выделяют в самостоятельный пахотный горизонт $A_{\text{пах}}$.

В профиле черноземов часто наблюдаются следы деятельности сусликов, хомяков и других животных в виде так называемых «кротовин». Это ходы землероев, заполненные почвой из другого горизонта: в нижних негумусированных слоях они заполнены почвой из гумусового слоя и выделяются в виде темных пятен, а в гумусовых горизонтах «кротовины» представлены желто-бурыми пятнами нижних горизонтов.

Третий признак черноземных почв — зернистая и комковатая структура гумусового слоя, особенно отчетливо выраженная в подпахотной части горизонта A . По мере перехода в горизонт B_1 структура постепенно укрупняется и в горизонте B_1 становится комковатой.

Основные признаки черноземов хорошо отражают их главные свойства. Черноземные почвы благодаря исключительному богатству гумусом выделяются среди других типов почв и более высоким потенциальным запасам элементов питания растений и особенно такого важного элемента, как азот. Содержание азота в черноземах колеблется от 0,2 до 0,5%, P_2O_5 — от 0,15 до 0,30% и K_2O — около 2,0—2,5%.

Мощный гумусовый слой с хорошо выраженной водопрочной зернисто-комковатой структурой обуславливает благоприятные водно-воздушные свойства черноземных почв. Черноземы отличаются хорошей водопроницаемостью, высокой влагоемкостью и хорошей аэрацией. В слое 0—150 см они могут удерживать до 500 мм воды, то есть все годовое количество осадков.

Черноземы характеризуются также благоприятными физико-химическими свойствами. Они имеют высокую емкость поглощения — 30—70 м.-экв. на 100 г почвы, причем в основном поглощенные основания представлены Ca^{++} и Mg^{++} . Эти свойства черноземов определяют благоприятную реакцию: pH водной вытяжки гумусовых горизонтов, как правило, 6,5—7,5, и только в горизонтах скопления карбонатов (в иллювиальном карбонатном горизонте и в породе) pH равно 7,5—8,5.

Фациальные особенности климата оказывают существенное влияние на черноземообразование, что проявляется не только в гумусонакоплении (уменьшение мощности гумусового слоя и нарастание гумусности при движении с запада на восток), но и в формировании ряда других признаков и свойств черноземов. Так, для черноземов юго-западных районов (Приазовские, Предкавказские и Придунайские), развивающихся в условиях теплого и влажного климата с мягкой зимой, характерно формирование почв с мощным и сверхмощным гумусовым горизонтом и специфической формой выделения карбонатов (пленки, налеты, мицелий) при очень большой их миграции по профилю, что и определяет название этих черноземов как мицеллярно-карбонатных.

Черноземы центральной фации развиваются в условиях умеренного континентального климата и характеризуются как средне-и высокогумусные.

Черноземы Западной Сибири и Северного Казахстана, помимо маломощности и высокогумусности, характеризуются большой языковатостью, что связано с их глубоким промерзанием. Черноземы Восточной Сибири также высокогумусные и глубокопромерзающие, но условия их развития характеризуются большим максимумом осадков в летний период. Поэтому черноземы этих районов отличаются промытостью профиля и мучнистой формой выделения карбонатов. В связи с отмеченными особенностями черноземы Восточной Сибири в ряде классификаций выделяют как мучнисто-карбонатные промытые глубокопромерзающие.

10.3 Классификация и диагностика черноземов

Тип чернозёма подразделяется на подтипы: оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные. Подтипы делятся на рода: обычные, карбонатные, солонцеватые, осолоделые. Рода на виды по мощности гумусового горизонта и содержанию гумуса в гумусовом горизонте.

Черноземные почвы делят на разновидности по гранулометрическому составу (супесчаные, легко-, средне- и тяжелосуглинистые и глинистые). В зависимости от характера почвообразующих пород черноземы делят на разряды: черноземы на лессах, лессовидных суглинках и т. д. Черноземные почвы делят также по сельскохозяйственному использованию на пахотные, целинные и др. Пахотные, в свою очередь, подразделяют по степени окультуренности (слабо, средне, хорошо окультуренные). Подразделяют черноземные почвы по окультуренности главным образом на основании агрохимических анализов (определение доступных форм P_2O_5), а также на основании учета изменения физических и физико-химических свойств черноземных почв в результате применения специальных приемов их окультуривания (ярусная вспашка, гипсование солонцеватых черноземов и т. п.). В Казахстане встречаются три подтипа чернозёмов: выщелоченные в северной части Северо-Казахстанской, обыкновенные и южные чернозёмы

Подтип черноземов выщелоченных

Почвы сформировались под луговыми разнотравно-злаковыми степями ле-

состепной зоны. В настоящее время луговые разнотравно-злаковые степи повсеместно распаханы. Рельеф территории распространения выщелоченных черноземов отличается чередованием сильно расчлененных возвышенностей (где широко развиты эрозионные процессы) и низменных равнин. Преобладающими почвообразующими породами являются лёссы, лёссовидные и покровные тяжелые суглинки.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

А — гумусовый горизонт, темно-серый или серовато-черный, хорошо выраженной зернистой или комковато-зернистой структуры, рыхлого или слабоуплотненного сложения; переход постепенный, нижняя граница определяется по заметному общему побурению или появлению бурых пятен между гумусовыми языками;

АВ — гумусовый горизонт, неравномерно прокрашенный, темно-серый с буроватым оттенком, с темно-серыми гумусовыми и бурыми пятнами, ореховатой или мелкокомковатой структуры; при полном высыхании по граням структурных отдельностей может проступать белесоватая присыпка.

Общая мощность гумусовых горизонтов А+АВ — 50-80 см, в отдельных почвах достигает 40-120 см;

В — переходный бескарбонатный горизонт мощностью 20-40 см, с отдельными темными узкими гумусовыми языками, комковато-ореховатой структуры, отмечаются более темные пленки по граням структурных отдельностей; постепенно переходит в карбонатный горизонт;

ВСК — иллювиально-карбонатный горизонт, палево-бурый, ореховатой или ореховато-призматической структуры; наличие прожилок карбонатов определяет более светлую окраску горизонта; выделения карбонатов могут быть в виде псевдомицелия, мергелистых бесформенных пятен, мучнистых скоплений; в нижней части горизонта выделения карбонатов в форме журавчиков;

Ск — карбонатная материнская порода палевого цвета.

Гипс и легкорастворимые соли в профиле почв отсутствуют. Содержание гумуса в верхних 10 см — 6-10%, падение его вниз по профилю постепенное. В составе гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами, отношение $C_g : C_f = 1,5-2,0$. В верхней части гумусового горизонта реакция среды близка к нейтральной или нейтральная, и лишь к нижней границе гумусового горизонта происходит ее слабое подкисление. Почвы имеют высокую емкость поглощения (40-50 мг-экв на 100 г почвы), в подгумусовом горизонте — 25-35 мг-экв на 100 г почвы, поглощающий комплекс практически полностью насыщен основаниями. Валовой состав говорит об отсутствии заметного передвижения полуторных окислов в профиле почв; отмечается некоторая (до 10-15%) обедненность полуторными окислами и илом верхней части гумусового горизонта.

Почвы характеризуются высоким естественным плодородием. Широко используются в сельском хозяйстве для производства зерна, и прежде всего озимой и яровой пшеницы. Наряду с зерном значительное место занимают сахарная свекла, подсолнечник, картофель. Широко развито овощеводство и садо-

водство. Нуждаются во внесении фосфорных и калийных удобрений.

Черноземы обыкновенные распространены в степной зоне. В профиле этих почв выделяют следующие генетические горизонты: А, В₁ В₂(В_к) и С (рис. 9). Горизонт А темно-серой или черной окраски, с отчетливо зернистой или комковато-зернистой структурой, мощностью около 30—40 см. Постепенно переходит в горизонт В₁ — темно-серый с ясным буроватым оттенком, с комковатой или комковато-призматической структурой. Чаще всего мощность гумусового слоя обыкновенных черноземов колеблется от 65 до 80 см.

Ниже горизонта В₁ залегает горизонт гумусовых затеков (В₂), который часто совпадает с карбонатным иллювиальным горизонтом или очень быстро переходит в него (В_к). Причем карбонаты обычно встречаются в форме белоглазки — морфологическая особенность обыкновенных черноземов. Горизонты В₂ и В_к обычно имеют призматическую структуру. Постепенно карбонатный горизонт переходит в материнскую породу С,

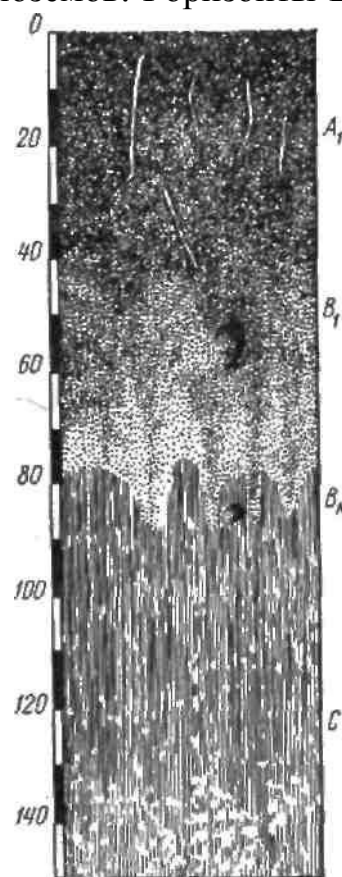
Карбонатные обыкновенные черноземы в отличие от собственно обыкновенных черноземов, вскипание у которых лежит в нижней части горизонта В) или на стыке горизонтов В₁—В₂, характеризуются карбонатностью всего профиля — вскипают уже с поверхности или в пределах пахотного горизонта.

Солонцеватые обыкновенные черноземы формируются при неглубоком залегании засоленных пород. Они отличаются заметным уплотнением горизонта В₁ и некоторой распыленностью верхней части гумусового слоя. Уплотненный солонцеватый горизонт имеет хорошо выраженную призматическую структуру. В зависимости от степени выраженности этих признаков род солонцеватых обыкновенных черноземов подразделяется на виды по степени солонцеватости: слабосолонцеватые, солонцеватые и сильносолонцеватые.

Внешние признаки солонцеватости уточняются по содержанию в почвах поглощенного натрия (в процентах от емкости поглощения): слабосолонцеватые — 5—10; средне-солонцеватые — 10—15; сильносолонцеватые — 15—20.

Солонцевато – солончаковатые обыкновенные черноземы развиты на засоленных породах и являются остаточно-солончаковатыми. Морфологически они мало отличаются от обыкновенных солонцеватых черноземов. Накопление легкорастворимых солей в профиле почв описываемого рода обнаруживают в виде выцветов солей (при подсыхании горизонтов) и обычно определяют аналитически.

Почвы, относящиеся к роду осолоделых, характеризуются накоплением аморфной кремнекислоты в нижней части гумусового горизонта и обособлением хорошо выраженного иллювиального слоя (В_и) с призматической структурой.



рой. По граням структурных отдельностей проявляются яркая лакировка и гумусовые примазки. Нижние слои почвы нередко носят признаки оглеения.

Перечисленные выше роды черноземов делятся на виды по мощности гумусового слоя ($A+B_1$) на маломощные и средне мощные.

Содержание гумуса в обыкновенных черноземах в верхнем горизонте колеблется в среднем в пределах 6—9%, а у глинистых разностей может быть и выше. В зависимости от содержания гумуса количество азота в горизонте А составляет 0,35—0,55% и P_2O_5 — 0,20—0,35%. Общий запас перегноя в гумусовом слое 350-450 т на 1 га.

Как и у типичных черноземов, в обыкновенных черноземах равномерно распределены по профилю R_2O_3 , SiO_2 и илистые частицы. Преобладающими поглощенными катионами в обыкновенных черноземах являются Ca^{++} и Mg^{++} , причем на долю первого приходится около 70—80% емкости поглощения. Часто обыкновенные черноземы содержат и небольшое количество поглощенного Na (обычно не более 1 — 2% емкости), что уже отличает их в физико химическом отношении от ранее рассмотренных подтипов. Емкость поглощения в среднем у глинистых и суглинистых разностей в горизонте А составляет 35—50 м.-экв. на 100 г почвы. Реакция в гумусовом слое близка к нейтральной — рН солевой вытяжки 6.5—6,8.

Обыкновенные солонцеватые черноземы отличаются ухудшением агрономических свойств: понижается их водопроницаемость, увеличивается запас недоступной влаги, сокращается срок спелости, ухудшается структура и повышается связность.

Черноземы южные занимают южную часть степной зоны и непосредственно граничат с темно-каштановыми почвами. Профиль их подразделяется на генетические горизонты: А, B_1 , Вк и С. Горизонт А мощностью 25—40 см имеет темно-серую окраску, часто с небольшим коричневым оттенком, комковатой структуры. Горизонт B_1 характеризуется ясной коричнево-бурой окраской с комковато-призматической структурой. Общая мощность гумусового слоя ($A + B_1$) в среднем 45—60 см. Иллювиальный карбонатный горизонт характеризуется обычно отчетливо выраженной белоглазкой, в верхней части имеет гумусовые пятна, что позволяет иногда выделить горизонт гумусовых затеков (B_2). Линия вскипания лежит в нижней части горизонта B_1 или на границе гумусового слоя. В нижних горизонтах на глубине 1,5—2,0 м или глубже южные черноземы часто содержат гипс, в виде мелких кристаллов, заполняющих поры породы, а иногда на этой глубине отмечается и повышенное содержание легкорастворимых солей.

Отличительные родовые признаки южных черноземов аналогичны соответствующим признакам, присущим обыкновенным черноземам, с той лишь разницей, что карбонатность, солонцеватость и солончаковатость в южных черноземах проявляются чаще и резче.

Валовой состав южных черноземов, так же как и обыкновенных, за исключением осолоделых и солонцеватых, характеризуется равномерным распределением по профилю R_2O_3 и илистой фракции. Общий запас перегноя в гумусо-

вом слое небольшой (200—250 т на 1 га). Содержание гумуса в глинистых и суглинистых разностях чаще всего составляет в верхнем горизонте 4—6%, в связи с чем южные черноземы отличаются и пониженным количеством общего азота (0,30—0,40%), фосфорной кислоты (0,13—0,20%) и меньшей емкостью поглощения (30—40 м.-экв. на 100 г почвы).

Характерной особенностью физико-химических свойств южных черноземов является присутствие в составе поглощенных катионов небольшого количества Na^+ и некоторое увеличение количества Mg^+ по сравнению с другими подтипами черноземов. В образцах нижних горизонтов (во втором метре) может быть повышенный сухой остаток в водной вытяжке, что связано с воднорастворимыми солями.

Черноземы южные отличаются ослабленным проявлением процессов нитрификации по сравнению с другими подтипами, что связано с худшей их структурностью, меньшей гумусированностью и более засушливым климатом.

Рекомендуемая литература:

- 1 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982. – 720 С.
- 5 Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатьев Н.Н. Общее почвоведение. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
- 4 В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. Почвоведение - Изд. 2-е, испр. и доп. - М., Ростов н/Д : МарТ, 2006. - 496 с.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о климатических особенностях зоны расположения черноземов.
2. Рядом каких специфических общих признаков характеризуются черноземные почвы?
3. Что является вторым признаком черноземов?
4. Что является третьим признаком черноземов?
5. Расскажите о классификации черноземов.
6. Расскажите о черноземах выщелоченных.
7. Опишите черноземы обыкновенные с их родами.
8. Охарактеризуйте черноземы южные.

Тема 11 Каштановые почвы

Цель: Ознакомиться с каштановыми почвами, распространённостью, природными условиями, строением, свойствами и классификацией, мероприятиями по сохранению их плодородия

План:

- 11.1 Распространение и природные условия.
- 11.2 Образование каштановых почв.
- 11.3 Строение, свойства и классификация каштановых почв.

11.4 Мероприятия по сохранению и повышению плодородия.

11.1 Распространение и природные условия.

Зона каштановых почв в Казахстане занимает южную часть Костанайской и Акмолинской областей, большую часть Западно-Казахстанской, Актюбинской, Карагандинской, Восточно-Казахстанской областей. Площадь зоны каштановых почв составляют 90,4 млн. га, в том числе 27,7 млн. га темно-каштановые, 24,3 млн. га – каштановые и 38,4 млн. светло-каштановые.

Климат зоны резко-континентальный. В отличие от степной зоны, где расположены черноземы, сухостепная зона на которой сформировались каштановые почвы, более засушливая. Так годовое количество осадков уменьшается с 240 – 270 мм до 220 – 250 мм. Коэффициент увлажнения с 0,6 – 0,7 до 0,5 – 0,6. Что указывает на засушливость климата. Среднегодовая температура с 1,7 до 3,0 до 2,0 – 4,5⁰С при продвижении с севера на юг зоны.

Растительность. Растительный покров зоны сухих степей неоднороден. Малое количество выпадающих осадков лимитирует развитие травянистой растительности. Для него характерна низкорослость, комплексность и изреженность. Незначителен объем фитомассы. В подзоне темно-каштановых почв растительность представлена типчаково-ковыльными степями; в подзоне каштановых почв преобладают полынно-типчаковые степи; в подзоне светло-каштановых почв - типчаково-полынными степями со значительной примесью эфемеров.

Почвообразующие породы представлены преимущественно лёссовидными карбонатными суглинками и глинами, а также супесями и песками. Встречаются и много засоленных пород.

Рельеф – равнинный или равнинно-слабоволнистый с отчетливо выраженным микрорельефом (западинами, лиманами, блюдцами).

11.2 Образование каштановых почв.

Каштановые почвы формируются под растительностью сухих степей в условиях засушливого климата. Почвообразовательный процесс, также как и на черноземах дерновый, но имеет свои особенности. Главнейшими особенностями процесса почвообразования в этой зоне являются замедленные темпы гумусообразования и слабая выщелоченность профиля почвы от карбонатов и легкорастворимых солей, которые не выщелачиваются за пределы почв. Особенности природных условий зоны, в частности более изреженный растительный покров и как следствие меньшее поступление в почву растительных остатков и менее благоприятные условия их гумификации, определяют ослабленное развитие здесь дернового процесса по сравнению с черноземной почвой. Кроме того, здесь сильнее развит и процесс минерализации органических веществ почвы.

По мере перехода от темно-каштановых почв к светло-каштановым общий запас органического вещества поступающего в почву уменьшается, и в следствии чего уменьшается количество гумуса и мощность гумусового горизонта почв. Значительная часть ежегодно отмирающей массы органического вещества составляют корни растений. При продвижении от темно-каштановых к светло-каштановым почвам возрастает доля корневой системы в общей биомассе растений.

При разложении растительных остатков полынных группировок наряду с другими элементами образуется большое количество щелочных металлов. Последнее является причиной развития солонцеватости. Хотя главная причина солонцеватости – засоленность и карбонатность почвообразующих пород, и непромывной водный режим из-за чего соли и карбонаты не выщелачиваются глубже промачиваемого слоя.

11.3 Строение, свойства и классификация каштановых почв.

Профиль каштановых почв имеет следующее строение:

A_0 – на целинных почвах слабо выраженный степной войлок, мощностью 2 – 3 см.

A – гумусовый или перегнойно-аккумулятивный, каштанового цвета с буроватым оттенком, комковатой или комковато-пылеватой структурой, мощностью до 30 см. При распашке становится глыбистым и пылеватым.

B_1 – гумусовый переходный горизонт светлее предыдущего серовато-бурой окраски крупнокомковатый, комковато-призмовидный или призмовидно-ореховатый, с буровато-коричневой лакировкой на гранях структурных отделностей. Оканчивается на глубине от 35 – 45 см на темно-каштановых, до 25 – 30 см на светло-каштановых почвах.

B_2 – горизонт гумусовых затеков, неоднородно окрашен, обычно серовато-бурый, комковатой или комковато-призмовидной структуры. В данном же горизонте, чаще всего наблюдается и скопление карбонатов в виде белоглазки, то есть карбонатный горизонт B_k совмещен с B_2 .

Горизонт B_2 постепенно переходит в материнскую породу – C . Материнская порода имеет более светлую и однородную окраску, более рыхлого сложения с редкими пятнами карбонатов или без них, с вкраплениями гипса в виде кристаллов, прожилок, гнезд..

Классификация каштановых почв.

Тип каштановые почвы по содержанию гумуса подразделяется на *три подтипа* (Таблица 1).

В каждом подтипе различают роды: обычные, солонцеватые, солончаковатые, карбонатные, глубоковскипающие, карбонатные перерытые, глубоко-солонцеватые, остаточнo-солонцеватые, осолоделые, остаточнo-луговые, бескарбонатные, слитые, неполноразвитые.

Таблица 7- Разделение каштановых почв на подтипы по содержанию гумуса

Подтипы	Гумус в % в горизонте А	
	Глинистые и суглинистые почвы	Легкосуглинистые и песчаные почвы
Темно-каштановые	3,2 – 4,0	2,5 – 3,0
Каштановые	2,2 – 3,2	1,5 – 2,5
Светло-каштановые	1,5 – 2,2	1,0 – 1,5

На виды каштановые почвы подразделяют по мощности гумусового горизонта, по степени солонцеватости и по степени смытости.

По мощности гумусового слоя (А + В₁) выделяют мощные (более 50 см), среднемощные (30...50 см), маломощные (20...30 см), маломощные укороченные (менее 20 см) почвы.

По степени солонцеватости почвы бывают несолонцеватые (содержание натрия менее 3 % емкости поглощения), слабосолонцеватые (3...5 %), среднесолонцеватые (5...10 %) и сильносолонцеватые (10...15 %).

По степени смытости непахотные почвы подразделяют на слабосмытые (смыто не более половины горизонта А), среднесмытые (горизонт А смыт более чем наполовину или полностью), сильносмытые (горизонт В смыт частично или полностью).

Пахотные почвы по степени смытости также бывают слабосмытые (смыто до 30 % первоначальной мощности горизонтов А + В₁ в пашню вовлекается самая верхняя часть горизонта В₁); среднесмытые (смыто 30...50 % мощности горизонтов А + В₁ в пашню вовлекается значительная часть или весь горизонт В₁); сильносмытые (смыта большая часть горизонтов А + В₁).

Мощность гумусового горизонта (А + В₁) в темно-каштановых почвах 35 – 45 см, в каштановых 30 – 40 см и в светло-каштановых 25 – 30 см.

Свойства каштановых почв.

Каштановые почвы отличаются небольшой мощностью гумусового слоя, меньшей, чем у черноземов ёмкостью поглощения от 30 – 35 мг*экв/100 г почвы на темно-каштановых, до 15 - 25 мг*экв/100 г почвы на светло-каштановых. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. В составе поглощенных оснований преобладают Ca^{2+} , Mg^{2+} - 85 – 97% от емкости поглощения, и от 2 до 15% приходится на обменный натрий. Вследствие чего реакция почвы слабощелочная в верхних горизонтах (рН 7,2 – 7,5) и щелочная в нижних (рН – 8).

Физические свойства удовлетворительны. Менее благоприятны они на солонцеватых и карбонатных почвах.

Небольшое количество осадков, слабая оструктуренность и высокая плотность профиля каштановых почв не обеспечивают их глубокого промывания. Поэтому почвы отличаются резким дефицитом влаги, и низкими и неустойчивыми урожаями возделываемых на них культур. Большинство каштановых почв карбонатные. При продвижении от темно-каштановых к светло-каштановым почвам возрастают площади карбонатных и солонцеватых почв. Преобладающее количество светло-каштановых почв солонцеваты в той или иной степени.

В зоне каштановых почв часто встречаются комплексы несолонцеватых с солонцеватыми почвами и с солонцами.

11.4 Мероприятия по сохранению и повышению плодородия.

Первостепенными являются мероприятия по сохранению и накоплению влаги. Это снегозадержание путем нарезания снежных валков или путем посева кулис, закрытие влаги, оставление стерни, мульчирование поверхности почвы на пахотных землях соломой.

В связи с широким распространением легких каштановых почв а также карбонатностью каштановых почв что приводит к образованию неводопрочной, легко разрушающейся до пылевой структуры, борьба с ветровой эрозией также является первостепенным мероприятием. На этих почвах необходимо использовать почвозащитную систему земледелия включающую внедрение специальных почвозащитных севооборотов, плоскорезную безотвальную обработку почв с оставлением стерни, кулисные пары, сплошной засев песчаных почв многолетними травами.

Для подъема плодородия каштановых почв необходимо внесение органических и минеральных удобрений. Из минеральных удобрений наиболее эффективны фосфорные и азотные удобрения.

Солонцеватые почвы а также почвы с высоким содержанием солей целесообразнее использовать под пастбища.

Рекомендуемая литература

- 1 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982. – 720 С.
- 5 Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатьев Н.Н. Общее почвоведение. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
- 4 В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. Почвоведение - Изд. 2-е, испр. и доп. - М., Ростов н/Д : МарТ, 2006. - 496 с.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о климате зоны расположения каштановых почв.
2. Расскажите о рельефе и почвообразующих породах.
3. Охарактеризуйте растительный покров зоны каштановых почв.
4. Классификация каштановых почв.
5. Строение почвенного профиля каштановых почв.
6. Охарактеризуйте тёмно-каштановые почвы.
7. Охарактеризуйте каштановые почвы.
8. Охарактеризуйте светло-каштановые почвы.
9. Расскажите о мероприятиях по повышению плодородия каштановых почв.

Тема 12 Интразональные почвы

Цель: Изучить свойства солонцов, солончаков и солодей

План:

12.1 Солонцы

12.2 Солончаки

2.3 Солоди

12.1 Солонцы

Солонцы – почвы, содержащие в обменном состоянии Na в количестве более 15 % ЕКО или Mg более 45 % от ЕКО. Почвы обладают следующими свойствами:

1 Профиль резко дифференцирован на горизонты.

2 В сухом состоянии слитые, трещиноватые, во влажном состоянии сильно набухают, становятся липкими, водонепроницаемыми.

3 Сильнощелочная реакция среды.

Почвы требуют проведения различных мелиоративных мероприятий: гипсования, глубокого рыхления, внесения удобрений.

Основным источником поглощенных катионов натрия в солонцовых почвах являются его соли, которые в растворенном виде поднимаются из глубоких слоев по капиллярам с восходящим током влаги. Возможен и биологический путь накопления солей натрия в солонцах в результате жизнедеятельности галофитной растительности.

Солонцы могут возникать и при рассолении солончаков, в составе солей которых преобладают хлориды и сульфаты натрия. При засолении солонцы и солонцеватые почвы могут снова переходить в солончаки.

В профиле солонцовых почв четко выделяются четыре горизонта: гумусово-элювиальный, или надсолонцовый (A), иллювиальный, или солонцовый (B1), подсолонцовый, или солевой (B2), и почвообразующая порода (C) (рис. 26).

Гумусово-элювиальный горизонт в результате потери им части гумусовых веществ и илистых суспензий имеет светло-серую окраску, мощность его в различных солонцах сильно варьирует (от 2—3 до 20—25 см). Иногда этот горизонт несколько сцементирован и образует тонкую непрочную корочку пористого или ноздреватого сложения. Нижние части гумусово-элювиального горизонта часто более светлые по сравнению с поверхностным слоем.

Солонцовый горизонт резко отграничен от гумусово-элювиального; он содержит больше поглощенного натрия, обычно темнее, нередко коричневых оттенков. Наиболее характерная особенность этого горизонта — сильная уплотненность из-за скопления в нем вынесенных из верхних частей почвенного профиля полуторных окислов (особенно Al_2O_3), илистых суспензий и части гумусовых веществ. Иллювиальный горизонт в сухом состоянии расчленен вертикальными трещинами и распадается на хорошо обособленные отдельные столбы или призмы, в связи с чем его называют столбчатым или призматиче-

ским. По граням структурных отдельностей хорошо выражена глянцеватость, иногда на поверхности их находится серая присыпка кремнезема (SiO_2). Мощность солонцового горизонта неодинакова в различных солонцах и часто достигает 20—30 см, а иногда и более. Под солонцовым залегает солевой горизонт, проникающий до глубины 30—40 см и содержащий заметное количество карбонатов кальция в виде белоглазки, легкорастворимые соли, а также гипс в виде пятен и кристаллов.

Водные вытяжки из солонцов отличаются высокой щелочностью, причем наибольшая щелочность обнаруживается обычно в иллювиальном горизонте.

По степени солонцеватости в зависимости от содержания обменного натрия (в % от суммы поглощенных оснований в уплотненном солонцовом горизонте) почвы условно можно подразделить так:

Несолонцеватые меньше 3

Слабосолонцеватые 3—10

Среднесолонцеватые 10—15

Сильносолонцеватые 15—20

Солонцы больше 20

Чем больше поглощенного натрия в почве, тем резче выражены в ней отрицательные свойства.

Классификация солонцовых почв. Солонцы прежде всего разделяют по глубине залегания грунтовых вод: луговые — грунтовые воды на глубине 3 м, лугово-степные — 3—6 м и степные — глубже 6 м.

Затем в пределах каждой группы солонцов по характеру увлажнения выделяют подтипы, отражающие зональные особенности солонцов: черноземные, каштановые, бурые пустынно-степные и др.

По характеру засоления солонцы подразделяются на роды: содовые — распространены главным образом в лесостепной зоне, содержат мало растворимых солей, хлоридно-сульфатные — широко развиты в области каштановых почв и южных черноземов и др.

По мощности надсолонцового горизонта (А) различают следующие виды солонцов: мелкие — горизонт А менее 10 см, средние — 10—18, глубокие — более 18 см; по мощности солонцовой толщи — маломощные (А+В менее 30 см), мощные (более 30 см).

Обладая высокой щелочностью и плохими физическими свойствами, солонцы являются неблагоприятной средой для развития растений. Использовать эти почвы в сельскохозяйственном производстве нельзя без предварительной мелиорации. Наиболее важное значение при этом имеет внесение в почву гипса (гипсование).

Гипс можно не вносить в солонцы, у которых близко к поверхности находится гипсоносный горизонт. Для улучшения таких солонцов необходима глубокая вспашка, при которой гипсоносный слой вовлекается в пахотный, и процесс гипсования, таким образом, осуществится благодаря запасам гипса в самой почве. Такое улучшение солонцов получило название самомелиорации.

Большое значение при мелиорации солонцовых почв имеет внесение органических удобрений.

Наибольшая эффективность перечисленных мероприятий достигается при комплексном их применении.

12.2 Солончаки

Солончаки – почвы, содержащие легкорастворимые соли в количестве токсичном для растений. Солончаки развиваются преимущественно в низинах, на приозерных террасах, днищах сухих озер, приморских низменностях, понижениях рельефа в оазисах и т.д. Наиболее крупные их массивы расположены в Прикаспийской низменности.

Солончаки в природе могут образовываться самыми различными способами. Прежде всего причиной их образования может быть богатая солями почвообразующая порода. Солончаки могут возникать на месте высохших соленых озер. Засоление почвы может происходить и в результате деятельности ветров, захватывающих соленую пыль морских побережий и переносящих ее на огромные расстояния в глубь материка. Растворимые соли в почве могут накапливаться по низинам и речным долинам также вследствие вымывания и переноса атмосферными осадками солей с повышенных участков.

Накопление в почвах избытка солей может происходить и под влиянием галофитов — специфической растительности, поглощающей большое количество солей из почвы. После отмирания и минерализации этих растений образуются легкорастворимые соли, которые, скопляясь из года в год в почвах, вызывают постепенное их засоление.

Весьма широкое образование солончаков происходит в результате капиллярного поднятия засоленных грунтовых вод и сильного их испарения. Поверхностные горизонты почвы обогащаются солями, и незаселенные участки постепенно превращаются в солончаки.

Но засоление почвы может идти и другим путем — при неправильном орошении полей. Почвы, засоленные в результате орошения, называются вторично засоленными, или искусственными солончаками. Вторичное засоление возникает главным образом при бессистемном и чрезмерном поливе орошаемых полей, из-за чего может подняться общий уровень грунтовых вод и произойти капиллярное поднятие их к поверхности почвы.

В некоторых солончаковых почвах (луговые солончаки) профиль расчленяется на гумусовый горизонт (А), переходный (В) и почвообразующую породу (С). Для солончаков характерно наличие по всему профилю выцветов солей, ржавых примазок и сизых пятен, указывающих на повышенное их увлажнение.

Химический состав солей в солончаках. Чаще всего в засоленных почвах встречаются NaCl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , NaHCO_3 , MgCl_2 , MgSO_4 , MgCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaCl_2 , CaCO_3 , CaSO_4 и $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Многие из этих солей не являются необходимыми для растений, а некоторые, даже в весьма малых концентрациях, оказывают на них губительное

действие. Вредное влияние хлористых и сернокислых солей на урожай начинается уже при концентрации 0,1% от веса сухой почвы; при содержании же их около 0,3—0,5% культурные растения обычно не развиваются. Самые вредные соли — нормальная, или средняя, сода (Na_2CO_3) и двууглекислая сода (NaHCO_3). При содержании соды в почве более 0,005% растения погибают.

Количество водорастворимых солей в почвах в зависимости от природных условий сильно варьирует но нередко оно доходит в верхних горизонтах до 3—5% а иногда до 30 и даже 50% от общего веса сухой почвы

По степени засоления почвы подразделяются на пять групп (Таблица 8)

Солончаки подразделяют на два типа — автоморфные и гилроморфные.

Автоморфные солончаки приурочены к полупустынной и пустынной зонам, где они развиваются на засоленных почвообразующих породах при глубоком залегании грунтовых вод, не имеющих связи с поверхностью почвы.

Гидроморфные солончаки развиваются на слабодренированных участках, по отрицательным элементам рельефа в условиях близкого залегания минерализованных грунтовых вод. Среди гидроморфных солончаков выделяют подтипы в зависимости от степени и характера увлажнения: соровые, болотные, луговые, типичные и вторичные (ирригационные).

Таблица 8- Классификация почв по степени засоления

Степень засоления	Содержание в % легкорастворимых солей в связи с типом засоления (роды)			
	Хлоридный	Сульфатно-хлоридный	хлоридно-сульфатный	сульфатный
Незасоленная	Меньше 0,05	Меньше 0,1	меньше 0,2	меньше 0,3
Слабозасоленная	0,05 – 0,15	0,1 – 0,2	0,2-0,4	0,3 – 0,6
Среднезасоленная	0,15 – 0,3	0,2 – 0,4	0,4 – 0,6	0,6-0,8
Сильнозасоленная	0,3 – 0,7	0,4-0,8	0,6-0,9	0,8-1,2
Очень сильнозасоленная	Больше 0,7	Больше 0,8	больше 0,9	больше 1,2

Соровые (шоровые) солончаки распространены на днищах высохших или периодически высыхающих соленых озер и русл древних рек. Профиль почвы сильно засолен (2—5% солей), гумусовый горизонт обычно не развит, содержание гумуса менее 1%. Почва оглеена. Растительность редкая или отсутствует. Встречаются соровые солончаки чаще всего в Средней Азии.

Болотные солончаки развиваются при очень близком залегании грунтовых вод (1—2 м) с весьма различной степенью минерализации (1—80 г на 1 л). Водный режим чаще всего выпотной. Распространены в депрессиях рельефа и на подгорных низинах, по периферии болот. Болотные солончаки особенно распространены в лесостепи Западной Сибири.

Луговые солончаки развиваются под луговой растительностью в условиях близкого залегания грунтовых вод (от 1 до 2—3 м) на приозерных, приболотных понижениях, в лиманах и верхних пойменных террасах. Представляют собой вторично засоленные луговые почвы. Солевой профиль непостоянный, максимум солей сосредоточен главным образом в верхних 20—30 см. Почвы оглеены по всему профилю. Среди этого подтипа широко распространены луговые карбонатно-кальциевые солончаки, встречающиеся в северной лесостепи Западно-Сибирской равнины. Содержание гумуса в них доходит до 10—20%.

Типичные солончаки распространены на юге степи на незаселенных террасах соленых озер, на повышениях среди лиманов, по окраинам оазисов под галофитной растительностью. Развиваются они при наличии сильноминерализованных грунтовых вод и рассолов (50 г и более солей в 1 л) при выпотном водном режиме. На поверхности наблюдаются корки солей или корково-пухлые горизонты. Профиль слабодифференцирован, влажный, оглеен.

Вторичные (ирригационные) солончаки образуются при вторичном засолении пахотных почв из-за неправильного режима орошения. Представляют собой почвы разных типов и разной интенсивности засоления.

Состав солей находит непосредственное отражение в морфологических свойствах засоленных почв, по которым солончаки подразделяют на пухлые, мокрые, черные.

Пухлые солончаки чаще всего приурочены к сухим, несколько повышенным участкам земли. Поверхностный горизонт (мощность около 5—7 см) представляет совершенно сухую, рыхлую, пылеватую массу, в которой тонет нога при ходьбе. Он образовался за счет кристаллизации большого количества сернокислого натрия с водой (в форме $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$). Этот процесс иссушает почву и механически ее разрыхляет. Таким образом, пухлые солончаки — это преимущественно солончаки сульфатные.

Мокрые солончаки внешне отличаются от пухлых тем, что у них нет верхнего рыхлого слоя. Поверхность их обычно связная, сырая, часто темного цвета. В очень сухие периоды года на ней образуется плотная, хрустящая под ногами корка солей мощностью около 2—4 см. Такой характер поверхности почвы указывает на присутствие в составе солей хлористого кальция (CaCl_2) или магниевых солей (MgCl_2 и MgSO_4). Эти соли обладают весьма большой гигроскопичностью, благодаря чему они и поддерживают почву во влажном состоянии, придавая ей вместе с тем несколько темноватую окраску.

Черные солончаки по внешнему виду напоминают мокрые, но отличаются от них резко выраженной темной окраской поверхности. После дождей или полива на таких солончаках стоят лужи темной жидкости, она не впитывается в почву, а исчезает лишь в результате испарения. Эти особенности черных солончаков обусловлены находящейся в них содой (Na_2CO_3), которая диспергирует гумус и придает раствору темный цвет. Сода также резко диспергирует минеральную часть почвы и делает ее слабОВОДОДРОНИЦАЕМОЙ. Черные солончаки в известной мере синонимы содовых солончаков.

Емкость поглощения изменяется в широких пределах — от 10—20 до 50—60 мг-экв.

Реакция почвенного раствора изменяется от сильнощелочной (рН 9—11) в содовых солончаках до слабощелочной (рН 7,3—7,5) в солончаках, засоленных нейтральными солями.

Большая концентрация растворимых солей создает высокое осмотическое давление почвенного раствора, что нарушает снабжение растений водой и элементами питания. Помимо этого, возможно и прямое токсическое действие солей на растения, вследствие чего нарушается обмен веществ, ослабевает фотосинтез и в конечном итоге снижаются урожай и его качество, а зачастую происходит и гибель растений. Поэтому солончаки, за исключением луговых карбонатно-кальциевых, представляют собой весьма неблагоприятную среду для развития культурных растений. Их обычно не распахивают.

В естественных условиях на солончаках растительности нет или встречаются растения, способные переносить сильное засоление почвы.

Для рассоления солончака используется промывка почв. Это наиболее надежный и эффективный метод удаления избытка солей из почвы. Промывки наиболее целесообразно проводить в осенне-зимний период (ноябрь—январь). В это время потерн воды с поверхности почвы на испарение минимальны, грунтовые воды залегают обычно наиболее глубоко и к тому же усиливается действие промывок под влиянием конденсации водяных паров в верхних почвенных горизонтах, а также выпадающих осадков. Промывную воду следует подавать на поле не сразу, а отдельными порциями с интервалами в 2—5 дней, что значительно повышает эффективность вымывания солей. При промывке необходимо создавать специальную дренажную сеть для сброса промывных вод с растворенными в них солями.

Промывки солончаков натриевого типа, связанные с возникновением солонцового процесса, должны сопровождаться внесением гипса.

После промывных поливов и поспевания почвы проводят боронование, а затем, по мере дальнейшего поспевания глубинных слоев почвы, углубление рыхлого слоя чизелеванием, чтобы предотвратить восстановление капиллярных солевых токов. Необходимо также внести в почву органические и минеральные удобрения. При залужении почв после промывки высевают многолетние травы — житняк, люцерну.

12.3 Солоди

Солоди — почвы встречающиеся в понижениях. Почвы с резкодифференцированным профилем, в котором выделяется белесый осолоделый горизонт. Почвы с низким природным плодородием и в сельском хозяйстве используются как пастбища и сенокосы.

При промывании и выщелачивании солонцы переходят в солоди. Развитие их приурочено обычно к микрозападинам, где есть благоприятные условия

для повышенного увлажнения и промывания почв стекающими сюда снеговыми и дождевыми водами.

Процесс превращения солонцов в солоди называется осолодением. Сущность его заключается в следующем. В условиях щелочной реакции почвенного раствора происходит растворение гумусовых коллоидов и усиленный распад алюмосиликатов на более простые соединения, в том числе на конечные продукты разложения — кремнекислоту, гидроокиси железа и алюминия. Гуматы натрия и другие подвижные органические соединения, а также полуторные окислы вымываются из осолодевающих горизонтов, а кремнекислота начинает накапливаться в них.

Таким образом, верхние горизонты, обогащаясь кремнеземом, становятся все более и более белесыми, и солонцовая почва постепенно приобретает внешний вид, весьма схожий с дерново-подзолистой.

При осолодении солонцов резко уменьшается количество обменных катионов, и в первую очередь натрия; появляется поглощенный водород. Значительно изменяется профиль солонца, и в результате длительного развития осолодения полностью исчезает столбовидное строение иллювиального горизонта.

Строение профиля солоди таково: с поверхности находится горизонт A_0 — лесная подстилка или дернина; под ним — маломощный горизонт A и ниже появляется белесый осолоделый горизонт A_2 — плитчатой или слоеваточешуйчатой структуры с железисто-марганцевыми конкрециями и ржаво-охристыми примазками, мощность его может достигать 10—12 см; ниже залегает иллювиальный горизонт B , иногда сохраняющий остатки столбчатой структуры солонцового горизонта. Иллювиальный горизонт может подразделяться на два или три подгоризонта (B_1 , B_2 , B_3). Цвет этих подгоризонтов коричнево-бурый или бурый, на гранях структурных отдельностей присыпка SiO_2 . Глубже находится почвообразующая порода C , желто-бурая с неясно выраженной структурой, часто с признаками оглеения, карбонаты в виде журавчиков.

В верхнем горизонте солодей pH меньше 7,0, а иногда снижается до 5,0. При этом кислая реакция вниз по профилю сменяется на щелочную лишь вблизи карбонатного горизонта. В поглощенном состоянии, помимо катионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , осолодевающие солонцы содержат и катионы H^+ .

В степной и лесостепной зонах солоди приурочены обычно к степным блюдцам, покрытым древесной растительностью — осиной и ивой, затем осоками и другими влаголюбивыми растениями, а в Западной Сибири — также березой. Древесно-кустарниковая растительность на солодах имеет вид небольших, изолированных групп, разбросанных по степи и получивших название колков или мокрых кустов.

Солоди — бедные и малоплодородные почвы, но вместе с тем на них во многих случаях неплохо развивается естественная лесная растительность. Поэтому солоди и осолоделые почвы целесообразно оставлять под лесом, тем более что роль его в степных и лесостепных районах как фактора снегонакопления и смягчения климата очень велика.

При включении этих почв в сельскохозяйственное использование перво-степенное значение приобретают внесение органических и минеральных удобрений, известки, а также землевание.

Рекомендуемая литература:

- 4 В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. Почвоведение - Изд. 2-е, испр. и доп. - М., Ростов н/Д : МарТ, 2006. - 496 с.
- 6 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982.
- 7 В.Д. Муха. Агропочвоведение. – М.: КолосС, 2003.

Контрольные вопросы:

1. Что такое солонцы?
2. Какие почвенные горизонты выделяются в солонцах? Охарактеризуйте их.
3. На какие группы по степени солонцеватости можно подразделить солонцы?
4. Расскажите о классификации солонцовых почв.
5. Что такое солончаки и какими способами они могут образовываться в природе?
6. Расскажите о классификации почв по степени засоленности.
7. На какие два типа подразделяются солончаки и расскажите о подтипах гидроморфных солончаков.
8. Что такое солоди?
9. Расскажите о строении почвенного профиля солодей.

Тема 13 Почвы пустынно-степной, пустынной и предгорно-пустынно-степной и других зон

Цель: Изучить условия и процессы образования, строение, свойства почв зон сухих степей, пустынно-степной, пустынной и предгорно-пустынно-степной зон

План:

- 13.1 Бурые пустынно-степные почвы
- 13.2 Сероземы, строение, свойства
- 13.3 Серо-бурые почвы и такыры
- 13.4 Серо-коричневые и коричневые почвы сухих субтропических степей ксерофитных лесов и кустарничков
- 13.5 Пойменные почвы
- 13.6 Почвы горных областей

13.1 Бурые пустынно-степные почвы

Развитие этих почв определяется специфичностью условий почвообразования. По данным Н. И. Базилевич, продуктивность растительности пустынно-степной зоны низкая. Общая биомасса около 100 ц на 1 га, опад не превышает 4—5 ц, главным образом в виде корней.

Процессы гумификации кратковременные: они протекают только в весенний период, когда в почве складываются благоприятные условия увлажнения. Поэтому гумусированность почв невысокая. В то же время органическое вещество минерализуется очень быстро. Этому способствует господство аэробных процессов в верхних горизонтах почвы, обусловленных высокими температурами и небольшим количеством осадков в летний период. Поэтому в почве накапливается большое количество зольных элементов (до 200 кг на 1 га), среди которых значительная доля щелочных металлов.

Отсутствие глубокого промывания натриевых солей способствует внедрению натрия в поглощающий комплекс и в связи с этим развитию солонцеватости. Солонцеватость - характерная зональная особенность пустынно-степных почв, на что впервые указал В. В. Докучаев.

Для бурых почв полупустынь характерна также слабая выщелоченность карбонатов, легкорастворимых солей и гипса.

Таковы характерные особенности генезиса бурых пустынно-степных почв.

Профиль бурых почв отличается слоеватостью гумусового горизонта до глубины 5 см и образованием тонкой, очень хрупкой корочки на поверхности почвы. Гумусовый горизонт (А) слабо окрашен в серовато-бурый или палево-серый цвет, рыхлого сложения, слоеватой структуры сверху и комковатой глубже. Мощность горизонта А—10—15 см. Под ним идет гумусово-иллювиальный горизонт (В1)—более темный, буроватый, слабо окрашен гумусом, призмовидно-комковатый с глянцеватостью. Общая мощность гумусовых горизонтов (А+В) около 30—35 см. Ниже расположен иллювиальный горизонт (Вк) — неплотный, белесый, сплошь сцементированный карбонатами. С глубины 80—120 см часто обособляется горизонт скопления гипса (Сг).

В большинстве случаев бурые пустынно-степные почвы супесчаные и песчаные, с повышенным содержанием илистых частиц и особенно физической глины в нижней части гумусово-иллювиального горизонта (В), кроме того, здесь имеются постоянные признаки солонцеватости.

Содержание гумуса в гумусовом горизонте песчаных и супесчаных разновидностей около 1%, суглинистых 1—2,5%. В гумусе преобладают фульвокислоты. С усилением солонцеватости содержание фульвокислот возрастает, а гуминовых снижается.

Малое содержание гумуса, небольшое количество илистых частиц обуславливают низкую емкость поглощения гумусового горизонта — от 3 до 10 мг-экв. в песчаных и супесчаных разновидностях и до 10—25 мг-экв. на 100 г почвы в суглинистых. Среди обменных катионов преобладают кальций (60—80%) и магний (до 35% от емкости поглощения), имеется небольшое количество натрия—2—7,5%, а иногда—10—15% от емкости поглощения, что свидетельствует о слабой солонцеватости почв. Бурые пустынно-степные почвы

имеют слабощелочную реакцию (рН 7,3—8,5), с глубиной щелочность возрастает.

Бурые почвы разделены на три подтипа: 1) бурые пустынно-степные типичные с содержанием гумуса 1,5—2% (Прикаспийские); 2) бурые пустынно-степные светлые с содержанием гумуса 1—1,5% (Казахстанские) и 3) бурые пустынно-степные безгипсовые (Центрально-азиатские) с содержанием гумуса около 1% (В. А. Носин).

Бурые полупустынные почвы подразделяются и на роды.

1. Обычные — несолонцеватые почвы на суглинках. Обладают всеми свойствами типа.

2. Слабодифференцированные — песчаные и супесчаные.

3. Солончаковатые. Отличаются повышенной карбонатностью и более высоким засолением профиля.

4. Солонцеватые. Наиболее широко распространенный род бурых почв иод полынно-солянковой растительностью, содержат в поглощающем комплексе до 15% натрия.

Распространены в Прикаспийской и Казахстанской фациях на покровных суглинках.

5. Остаточно-гипсовые — развиты на породах с осадочным гипсом. Наблюдается солонцеватость и повышенное засоление.

6. Неполноразвитые — на плотных породах. Характерны для Центрального Казахстана и Тувы.

Подразделение на виды обусловлено степенью солонцеватости, солончаковатости, карбонатности и другими признаками.

Для сельскохозяйственного использования бурые пустынно-степные почвы несколько хуже каштановых. Здесь в первую очередь необходимы мероприятия, направленные на накопление и сохранение влаги в почве, главным образом орошение. Однако при этом особое внимание нужно уделять системе мероприятий, предотвращающей возможность вторичного засоления почв из-за неглубокого залегания легкорастворимых солей и наличия соленосных грунтов. Необходимо также предусматривать меры борьбы с ветровой эрозией, которая сильно развита в зоне полупустынь.

Создание благоприятного водного режима в бурых почвах должно сочетаться с правильной системой применения удобрений. Из органических удобрений первостепенное значение имеет хорошо приготовленный навоз, из минеральных — наибольший эффект при орошении дают азотные и фосфорнокислые удобрения.

Для повышения производительности пастбищ целесообразно применять лиманное орошение.

13.2 Сероземы, строение, свойства

Сероземы распространены в предгорных пустынях с эфемерной растительностью.

Для сероземов характерен непромывной тип водного режима. Однако отсутствие зимнего промерзания почвы, благоприятное сложение ее определяют глубокое (1,0—1,5 м) промачивание сероземов зимне-весенними осадками. Поэтому весной бурно развивается растительность, микрофлора, активно протекает процесс гумификации и вместе с тем происходит интенсивная минерализация органических веществ. Весенний период характеризуется также активной деятельностью почвенной фауны (червей, термитов, жесткокрылых, пресмыкающихся), которая оказывает существенное влияние на строение почвенного профиля.

С мая по октябрь идет непрерывное иссушение почвы, влажность ее падает до величины влажности завядания, почти полностью прекращается биологическая деятельность, легкорастворимые соли передвигаются вверх. В связи с этим возможно сезонное засоление сероземов. В зимнее время с накоплением влаги происходит опреснение профиля.

Сероземы весьма слабо дифференцированы на генетические горизонты, вся почвенная толща светло-серая с палевым оттенком.

В верхней части профиля типичного серозема выделяется гумусовый горизонт (A1), задернованный сверху, мощностью 12—15 см, более темный, чем остальной профиль, комковатый, часто встречаются капролиты. Он постепенно переходит в горизонт B1 (переходный горизонт), более светлый с ясно заметным палевым оттенком, густо пронизанный ходами червей и насекомых, рыхлый, часто выделяются карбонаты в виде пятен и конкреций. Еще ниже расположен иллювиальный карбонатный горизонт (B2) серовато-палевый с обильным выделением карбонатов в виде расплывчатых пятен и конкреций. Горизонт Bк переходит в почвообразующую породу. С глубины 130—200 см встречаются выделения мелких кристаллов гипса.

Тип сероземов подразделяется на три подтипа: светлые, типичные (обыкновенные) и темные.

Гумуса в светлых сероземах 1,0—1,5%, в обыкновенных—1,5—3,5 и в темных — до 4—5%. Наиболее богатые из них почвы — темные сероземы, распространенные преимущественно в высоких предгорьях, где выпадает больше осадков и лето менее жаркое; светлые сероземы приурочены к самой жаркой части равнин; обыкновенные сероземы чаще всего встречаются в области холмистых предгорий.

Поглощающий комплекс сероземных почв насыщен главным образом Са и Mg, но имеются К и небольшое количество Na.

Наряду с сероземами в предгорно-пустынно-степной зоне выделяют тип лугово-сероземных почв, а также староорошаемых (культурно-поливных) почв.

Лугово-сероземные почвы формируются там, где грунтовые воды залегают на глубине 2—5 м, и характеризуются повышенной мощностью гумусового горизонта и большим содержанием гумуса. Для них характерно наличие с глубины более одного метра признаков оглеения (ржаво-охристых и сизоватых пятен).

Староорошаемые (культурно-поливные) почвы сформировались под влиянием длительного сельскохозяйственного использования с применением орошения, во время которого на поверхность осаждаются минеральные частицы, взвешенные в оросительной воде. Профиль этих почв слабо дифференцирован на горизонты. Гумуса содержат мало — 1,0—1,8%, но он равномерно распределен на всю глубину наносов. По всему профилю встречаются включения в виде обломков кирпичей, костей, черепков глиняной посуды, много ходов дождевых червей.

Недостаток сероземов — крайне малое содержание в них гумуса, а в связи с этим и непрочность макроструктуры.

В то же время эти почвы обладают высокой прочностью микроагрегатов, обуславливающей значительную пористость и водопроницаемость. В повышении плодородия сероземов большую роль играют органические и минеральные удобрения. Из минеральных первостепенное значение имеют азотные и фосфорные удобрения.

Интенсивное и рациональное использование сероземов возможно только при орошении. Однако наряду с орошаемым земледелием в сероземной зоне (на темных сероземах) распространено и неполивное, так называемое богарное земледелие.

Исключительно важное значение на богаре имеют мероприятия по накоплению и сбережению влаги в почве: глубокая зяблевая вспашка с предварительным лущением, снегозадержание, раннее весеннее боронование и культивация зяби, своевременный посев и борьба с сорняками, сильно иссушающими почву.

13.3 Серо-бурые почвы и такыры

Серо-бурые почвы формируются в условиях сильно засушливого климата и под ксерофитно-эфемеровой растительностью.

Развитие почвообразовательного процесса тесно связано с интенсивным развитием растительности и с весьма активной жизнедеятельностью микроорганизмов, которая здесь проявляется очень бурно, особенно в теплый и влажный весенний период.

Благодаря высокой биогенности почвообразовательного процесса в кратковременные периоды достаточного увлажнения растительные остатки, поступающие в почву в весьма ограниченном количестве, быстро разлагаются почти до полной минерализации. Поэтому процесс гумификации здесь крайне ограничен. Биологические

Процессы в летний жаркий и очень сухой период затухают. В это время возможно подтягивание легкорастворимых солей и карбонатов к поверхности, что приводит к развитию таких свойств серо-бурых почв, как карбонатность и солончаковатость.

Профиль типичной серо-бурой почвы имеет следующее строение.

Сверху находится налито-серая или серая пористая корка мощностью 2—4, реже 5 см. Под коркой выделяется того же цвета слоеватый горизонт, обычно рыхлый, мощностью 5—7 см. Ниже залегает уплотненный, более глинистый комковатый, реже призмевидно-комковатый или глыбистый горизонт, он коричневатый, более темный, чем верхние горизонты. В верхней части уплотненного горизонта выделяются карбонаты в виде белоглазки. В нижней части профиля (на глубине 40—50 см) появляются выделения гипса и легкорастворимых солей.

Серо-бурые почвы формируются на различных по составу и свойствам почвообразующих породах, поэтому они имеют механический состав от песчаного до суглинистого.

В серо-бурых почвах низкое содержание гумуса (0,3—0,8%), азота (0,04—0,07%) и фосфора (0,07—0,1%). В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Емкость поглощения от 5 до 10 мг-экв. на 100 г почвы. В составе поглощенных катионов преобладают кальций и магний. В солонцеватых разновидностях имеется натрий.

Серо-бурые почвы характеризуются слабой оструктуренностью, неблагоприятным сложением. Уплотненные корковый и солонцеватый слои отличаются плохой водопроницаемостью. В этих почвах запасы продуктивной влаги невелики даже в весеннее время. В летний период полевая влажность серо-бурых почв ниже коэффициента завядания растений.

Такыры – почвы глинистых пустынь, имеют поверхность похожую на булыжную мостовую. Практически без растительности, покрыты водорослевой корочкой. Почвы щелочные с очень низким содержанием гумуса.

Поверхность такыров покрыта водорослями и лишайниками, очень редко встречаются единичные полыни, солянки, иногда кусты черного саксаула.

Такырные почвы отличаются специфическими особенностями строения почвенного профиля. Они покрыты сверху весьма прочной коркой мощностью около 2—5 см, разбитой неглубокими трещинами на ряд паркетообразных многоугольников, имеющих 10—15 см в поперечнике (рис. 30). Под коркой обычно выделяется слоеватый или чешуйчатый, пористый, менее уплотненный слой, мощность которого не превышает 5—8 см. Ниже залегает комковатый горизонт, который хорошо выражен в солонцеватых такырах. Далее идет слабо измененная почвообразовательным процессом материнская порода различного механического состава, обычно засоленная.

Такыры бедны гумусом, содержание которого не превышает 1%, в его составе преобладают фульвокислоты. Исключение составляют западины лугового типа, где благодаря несколько лучшему развитию растительности количество гумуса в такыре может достигать 2—3%. Такыры имеют сильнощелочную реакцию (рН 8—10) и в преобладающей своей части сильно засолены. Среди обменных катионов в заметных количествах находится поглощенный натрий, который часто составляет более 20% емкости поглощения, что обуславливает неблагоприятные свойства такыров: высокую дисперсность, бесструктурность,

слабую фильтрационную способность и сильную плотность при высыхании, исключающую возможность нормального развития корней растений.

Такыры и такырообразные почвы — весьма своеобразная группа, генетически тесно связанная с солонцами.

13.4 Серо-коричневые и коричневые почвы сухих субтропических степей ксерофитных лесов и кустарничков

Серо-коричневые и коричневые почвы. Эти почвы приурочены к областям со средиземноморским типом климата, для которого характерно сухое жаркое лето и влажная теплая зима с очень непродолжительным снеговым покровом или совсем без него. Серо-коричневые почвы формируются в более засушливых условиях по сравнению с коричневыми.

Серо-коричневые почвы образуются под сухо-степной растительностью. Она представлена полынно-эфемерово-злаковыми ассоциациями и зарослями колючих кустарников. Коричневые почвы формируются под сухими лесами, представленными дубом, грабом, грецким орехом, можжевельником, миндалем и др. В системе вертикальной зональности коричневые почвы занимают переходный ряд между серо-коричневыми и бурыми лесными. Количество опада составляет от 5 до 10 т/га, в его составе много оснований и азота. Для почв этой группы характерна высокая биологическая активность и интенсивная переработка опада.

Это почвы равнин, предгорий и низкогорий. Почвообразующие породы представлены пролювиальными, элювиально-делювиальными, аллювиальными отложениями, разнообразными по минералогическому и гранулометрическому составу. Преобладающая часть почвообразующих пород содержит карбонаты.

Почвообразование протекает в обогащенных основаниями условиях при непромывном типе водного режима. Основной процесс формирования почв — дерновый в сочетании с внутрипочвенным оглиниванием. Строение почвенного профиля описываемых почв следующее:

А — гумусовый горизонт мощностью 20-30 см;

AB — переходный гумусовый мощностью 15-20 см,

В — метаморфический горизонт с признаками оглинивания;

Вкм — метаморфический иллювиальный карбонатный горизонт, ниже которого залегают ВСК и карбонатная почвообразующая порода (Ск).

Содержание гумуса составляет от 2-4% в серо-коричневых почвах до 4-7% в коричневых. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, отношение $S_{гк} : S_{фк} - 1,5-2,0$. ЕКО 25-40 мг×экв/100 г. В составе ППК преобладают катионы кальция и магния с участием натрия. Реакция среды нейтральная и слабощелочная.

Коричневые и серо-коричневые почвы используются под многие культуры, в основном при орошении. Широко распространены виноградники, плантации цитрусовых, кофе, другие плодовые культуры. Орошение, противоэрозийные мероприятия и удобрение занимают ведущее место в системах земледелия на этих почвах.

13.5 Пойменные почвы

Пойменные почвы характеризуются высокой биогенностью, слоистостью, интенсивностью почвообразовательного процесса, наличием погребённых гумусовых горизонтов. Очень разнообразны по водному и тепловому режимам, строению почвенного профиля и свойствам. Подразделяются на 3 группы. Дерновые (типы — аллювиальные дерновые кислые, аллювиальные дерновые насыщенные, аллювиальные дерново-опустынивающие карбонатные) П. п. образуются под злаково-разнотравными лугами и светлыми лесами на прирусловых валах и гривах, а условиях кратковременного увлажнения паводковыми и дождевыми водами. Отличаются лёгким гранулометрическим составом, бедны органическим веществом (содержание гумуса в верхнем горизонте в основном 1 — 2%, редко до 8%) и основаниями. Луговые (типы — аллювиальные луговые кислые, аллювиальные луговые насыщенные, аллювиальные луговые карбонатные) — формируются под разнотравно-злаковой растительностью в центральной части поймы, в условиях поверхностного устойчивого увлажнения паводковыми и грунтовыми водами. Характеризуются значительным накоплением гумуса (до 12 — 14% в — верхнем горизонте), зернистой структурой, оглеением нижних горизонтов, гидрогенными новообразованиями (марганцево-железистыми и др.). Болотные (типы — аллювиальные лугово-болотные, аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые, аллювиальные болотные иловато-торфяные) — развиваются в притеррасной части поймы (травяные и ольшаниковые болота), на пониженных элементах рельефа (впадины и др.), в условиях паводкового и устойчивого избыточного атмосферно-грунтового увлажнения, заторфованы, заилены, в поймах степной, полупустынной и пустынной зон засолены.

Пойменные почвы встречаются в разных природных зонах, плодородны. Их используют как луговые угодья, после распахки для выращивания овощных, кормовых и др. культур, риса. Нуждаются в мелиорации (осушение, орошение, известкование).

13.6 Почвы горных областей, географическая группа почв, формирующихся в горах и подчиняющихся в своем высотном распространении закону вертикальной зональности.

Образуют генетическими типами, параллельные и аналогичные равнинным почвам; некоторые авторы не выделяют их как отдельные типы, а рассматривают в рамках общих генетических типов почв. Многие Почвы горных областей издавна и широко используются в виноградарстве (Кавказ, Крым, Средняя Азия, страны Западной и Восточной Европы, Ближнего и Среднего Востока, Северной Африки, Австралии), но высотные пределы его распространения определяются климатическими условиями, в первую очередь, суммой активных температур. Почвы горных областей занимают в мире 3 млрд. га, а в субтропическом и суббореальном биоклиматическом поясах, где в основном сконцен-

трировано виноградарство, — около 1,4 млрд. га. Виноградники в горных странах размещены преимущественно на горных черноземах, бурых, каштановых, сероземных и коричневых почвах, а также на примитивных, трудно относимых к какому-либо типу и формирующихся на известняках, сланцах и др. твердых породах. Почвы горных областей имеют общие особенности, отличающие их от равнинных аналогов. Как правило, они отличаются малой мощностью, сильно подвержены эрозии, содержат много хряща и камней; при количестве последних свыше 40% почвы именуются фрагментарными.

Рекомендуемая литература:

1. Почвоведение. Типы почв, их география и использование. Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. — М.: В. школа, 1988. - с.164-166. 173-192

Контрольные вопросы

- 1 В каких зонах распространены бурые пустынно-степные почвы, сероземы, такыры?
- 2 Какие почвообразовательные процессы протекают в рассмотренных почвах?
- 3 На какие подтипы, роды, виды подразделяются данные почвы?
- 4 Какими свойствами обладают бурые пустынно-степные почвы, сероземы, такыры?
5. Расскажите о пойменных почвах.
- 5 Как используются почвы пустынно-степной, пустынной и предгорно-пустынно-степной в сельском хозяйстве?

Тема 14 Бонитировка почв

14.1 Понятие, задачи и методы определения баллов бонитета почв

14.2 Выбор оцениваемых параметров.

14.1 Понятие, задачи и методы определения баллов бонитета почв

Бонитировка почв — это сравнительная оценка качества почв по плодородию при сопоставимых уровнях агротехники и интенсивности земледелия, выраженная в баллах.

Бонитет почв — показатель качества почв, их продуктивности, добротности. Главным основанием бонитировки почв служат их природные признаки как наиболее объективные и надёжные показатели.

При бонитировке почв учитываются прежде всего свойства, заложенные в самой почве, устойчиво коррелирующие с урожайностью сельскохозяйственных культур, и на этой основе устанавливают балл бонитета почв, их сравнительную ценность, добротность. Только на основе двойного контроля (учёта свойств самой почвы и урожайности) определяют балл бонитета почв.

Задачи бонитировки почв следующие.

1 Сравнить и сгруппировать почвы и земельные угодья области, района, сельскохозяйственных предприятий по их продуктивности (плодородию).

2 Выявить наиболее благоприятные почвы и земли для разных сельскохозяйственных культур (специальные бонитировки почв для зерновых, пропашных и др.).

3 Оценить объективно с учётом почвенно-климатических условий результаты хозяйственной деятельности различных по природным условиям сельскохозяйственных предприятий и выявить неиспользованные резервы.

4 Помочь правильному, с учётом почвенно-климатических условий, внедрению рациональных систем ведения сельского хозяйства (размещение культур, специализация хозяйства и др.), проведению внутривозделного землеустройства.

5 Служить основой при экономической оценке земель.

Одинаковые группы почв при бонитировке должны получать одинаковые показатели бонитета. Чтобы определить эти показатели, составляется *шкала бонитировки почв*, которая представляет собой систему цифровых данных соответствующих определённым значениям измеряемых величин природных показателей по различным группам почв. В качестве объекта бонитировки почв Казахстана принята почвенная разновидность.

Вычислении баллов можно произвести применяя две системы: замкнутую и разомкнутую 100-бальную шкалу.

В первом случае за эталон принимается почва с наилучшими свойствами, количественным показателем которой и присваивается 100 баллов. Баллы остальных почв рассчитываются путём сравнения их оцениваемых параметров с эталонными, обычно на основе прямой пропорциональности.

Наиболее ярко этот принцип проявился при оценке почв Урицкого района Костанайской области, где за эталон была взята лугово-чернозёмная тяжело-суглинистая почва, хотя на весь район был всего один проанализированный разрез данной почвы и не было ни одного самостоятельного однородного контура её. Такой выбор эталона вызывает большие сомнения.

Во втором случае (при разомкнутой 100-бальной шкале) за эталон обычно принимают лучшую, широко распространённую в зоне почву, на которое есть необходимое количество анализов и учётных данных по урожайности. Этот способ построения бонитировочной шкалы широко распространён.

Из множества свойств и признаков почв надо отобрать только те, которые коррелируют в данных (местных) условиях с урожайностью, по которым легко в поле или лаборатории проверить правильность определения почвы и отнесения её к тому или иному бонитету.

Для построения бонитировочной шкалы широко использовался метод В.В. Докучаева. Принцип этого метода в том, что свойствам эталонной почвы присваивается балл 100, для всех остальных почв высчитываются на основе прямой пропорциональности по каждому бонитируемому свойству:

$$B = \frac{K * 100}{K100},$$

где B – балл по отдельному показателю; K – фактическое значение показателя;

$K100$ – значение показателя принятого за эталон.

Затем баллы по отдельным показателям складываются и делятся на число свойств, таким образом получается окончательный балл бонитета каждой почвы:

$$B = \frac{B1 + B2 + B3 + \dots + Bn}{n}$$

Но этот метод имеет ряд недостатков. Применение его фактически утверждает принцип равнозначности всех оцениваемых параметров для формирования урожайности, что противоречит современным представлениям и законам почвоведения и земледелия. При применении этого метода расчёта баллов бонитета практически не учитываются широко известные в земледелии законы минимума, максимума, оптимума, независимости и равнозначности факторов плодородия.

В настоящее время в Кустанайской области применяют следующий способ расчёта баллов бонитета – последовательное умножение исходного балла по основному свойству на различные поправочные коэффициенты:

$$B = B_1 * K_1 * K_2 * K_3 * \dots * K_n$$

Данный способ расчёта баллов бонитета имеет ряд преимуществ. Он более прост и учитывает законы оптимума, максимума, минимума и незаменимости факторов плодородия. Действительно, если один из факторов, необходимых для растений, отсутствует, то есть растения практически не могут произрастать на данной почве при таком показателе, то балл почвы будет равен 0 при $K = 0$.

Этот метод расчёта баллов особенно ярко проявляется при оценке засоленных и солонцеватых почв, где уровень урожайности контролируется количественным проявлением неблагоприятного фактора. Поэтому система расчёта баллов должна быть построена таким образом, чтобы при превышении критического уровня определённого параметра, обуславливающего неблагоприятные свойства почвы, балл её равнялся нулю.

Способ простого суммирования, в отличие от последовательного умножения, этого не обеспечивает.

Существует ещё и комбинированный способ расчёта баллов бонитета.

14.2 Выбор оцениваемых параметров.

Имеющиеся методические разработки по бонитировке почв различных областей Казахстана показывает наличие тесной корреляционной связи между количеством гумуса в слое 0 – 50 см и урожайностью. Содержание гумуса в полуметровом слое выражается в % или т/га.

Одним из основных неблагоприятных свойств почв, снижающих их плодородие в условиях Казахстана – солонцеватость и засоленность профиля. В качестве объективного показателя солонцеватости следует брать содержание

поглощённого Na и Mg в ППК, выраженное в % от суммы поглощенных оснований.

В качестве показателя засоления используется среднее содержание солей в расчётном слое 0 – 50 см, учитывая при этом и тип засоления, с учётом которого по среднему содержанию солей в слое 0 – 50 см устанавливается степень засоления.

Неблагоприятное свойство, обуславливающее снижение плодородия почв – щебённость и каменистость. При этом вводится поправочный коэффициент на это свойство.

В качестве эталона принимается зональная почва с наиболее высоким содержанием гумуса в слое 0 – 50 см и не обладающая отрицательными свойствами. Такой почвенной разновидностью в Казахстане является чернозём типичный нормальный мощный легкоглинистый, содержащий в слое 0 – 50 см 7% гумуса и расположенный в Восточно-Казахстанской области. Близки к нему по свойствам и чернозёмы обыкновенные среднемощные среднегумусные Северного Казахстана.

Разделив содержание гумуса в слое 0 – 50 см оцениваемой разновидности на эталон 7% и умножив на 100, получаем исходный балл по гумусу.

Если оцениваемая почва не обладает никакими отрицательными свойствами, то балл по гумусу – окончательный балл бонитета данной разновидности, а в случае их присутствия вводятся поправочные (понижающие) коэффициенты.

Эти коэффициенты представлены в специальных таблицах поправочных коэффициентов на различное содержание поглощенных Na и Mg, засоленность, щебённость или каменистость и гидроморфность для почв избыточного увлажнения.

Формула расчёта окончательного балла приобретает следующий вид:

$$B = \frac{\% \text{гумуса}}{7} \times 100 \times K_{\text{Na}} \times K_{\text{Mg}} \times K_{\text{сол.}} \times K_{\text{щ.б.}} \times K_{\text{гидр.}}$$

Затем определяют балл бонитета отдельного поля, пашни отделения (бригады), пашни хозяйства как средневзвешенную величину всех баллов бонитета почвенных разновидностей, составляющих почвенный покров по формуле:

$$B_{\text{хоз.}} = (S_1 B_1 + S_2 B_2 + S_3 B_3 + \dots + S_n B_n) / (S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n),$$

где $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ – площади почвенных разновидностей в га или %;

$B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ – баллы этих почвенных разновидностей.

Рекомендуемая литература:

Блисов Т.М. Земельный кадастр и оценка земель. – Костанай, 2003. – 42 с.

Контрольные вопросы:

1. Что такое бонитировка почв и какие свойства при этом учитываются?
2. Задачи бонитировки почв.
3. Что такое шкала бонитировки почв?
4. Дайте характеристику замкнутой и разомкнутой шкале бонитировки почв.

5. Метод В.В. Докучаева при построении бонитировочной шкалы.
6. Недостатки метода В.В. Докучаева.
7. Способ расчёта баллов бонитета в Костанайской области.
8. Выбор оцениваемых параметров.
9. Приведите формулу расчёта окончательного балла бонитета почв Казахстана.
10. По какой формуле определяют балл бонитета отдельного поля, пашни отделения, пашни хозяйства?

Список использованных источников

- 1 Толстой М.П. Геология с основами минералогии. - М., 1975
- 2 Методические указания. Основные породообразующие минералы
- 3 Б. Г. Розанов. Морфология почв - М. : Академический Проект, 2004. - 432 с.
- 4 В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. Почвоведение - Изд. 2-е, испр. и доп. - М., Ростов н/Д : МарТ, 2006. - 496 с.
- 5 Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И.С., Игнатьев Н.Н. Общее почвоведение. – М.: КолосС, 2006. – 456 с.
- 6 Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1982.
- 7 В.Д. Муха. Агропочвоведение. – М.: КолосС, 2003.
- 8 Д.С.Орлов Химия почвы.- М.: Издательство Московского университета, 1985.
- 9 В.П.Ковриго, И. С.Кауричев, Л. М.Бурлакова. Почвоведение с основами геологии. — М.: Колос, 2008. – 437 С
- 10 Почвоведение. Типы почв, их география и использование. Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. – М.: В. школа, 2010.
- 11 А. В. Хабаров, А. А. Яскин, В. А. Хабаров. Почвоведение - М. : КолосС, 2007. - 312 с.
- 12 Почвоведение В 2-х ч. Ч. 1. Почва и почвообразование / ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанов. - М. : Высшая школа, 2008. - 400 с.
- 13 Почвоведение В 2-х ч. Ч. 1. Почва и почвообразование / ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанов. - М. : Высшая школа, 2008. - 400 с.
- 14 Блисов Т.М. Земельный кадастр и оценка земель. – Костанай, 2003. – 42 с.