

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова
Университетский колледж

И. Г. Беберина

ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Методические указания

Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов, обучающихся по направлению
Садово-парковое и ландшафтное строительство

Ярославль 2012

УДК 631.4(072)
ББК П03я73
Б 35

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2012 года*

Рецензент
педагогический совет Университетского колледжа

Беберина, И. Г. Основы почвоведения: методические указания / И. Г. Беберина; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2012. – 72 с.

В методических указаниях содержатся основные вопросы теоретического курса первого раздела дисциплины «Основы почвоведения, земледелия и агрохимии».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 250109.51 Садово-парковое и ландшафтное строительство (дисциплина «Основы почвоведения, земледелия и агрохимии», цикл Б), очной формы обучения.

УДК 631.4(072)
ББК П03я73

© Ярославский государственный
университет им. П. Г. Демидова, 2012

Введение

Данные методические указания предназначены для студентов, изучающих дисциплину «Основы почвоведения, земледелия и агрохимии». Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 250109 «Садово-парковое и ландшафтное строительство» (базовой подготовки) при освоении соответствующих общих и профессиональных компетенций. Дисциплина входит в состав общепрофессиональных дисциплин профессионального цикла ОПОП.

Целью курса являются формирование у студентов умений и навыков по самостоятельной работе с различными источниками и материалами, приобретение теоретических знаний в области изучения вопросов о происхождении, генезисе почв и закономерности их распространения в России.

Задачей курса является приобретение студентами опыта оценивания почвенного покрова по гранулометрическому составу, проведения простейших исследований почвы, а также использование полученных знаний и практических навыков в дальнейшей профессиональной деятельности.

Данные методические указания направлены на приобретение студентами умений и практических навыков при изучении раздела «Основы почвоведения» учебной дисциплины.

Для лучшего усвоения материала и приобретения навыков целесообразно чередовать теоретическое обучение с проведением практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Для освоения теоретической части раздела «Основы почвоведения» предназначено данное методическое указание, которое является первой частью методических указаний по дисциплине. Методическое указание состоит из двенадцати глав, которые включают основные вопросы, которые необходимо рассмотреть, изучая тему, также краткое содержание материала с таблицами, рисунками и схемами.

1. Почвоведение – наука о почве

1.1. Основные вопросы

Почвоведение как наука и ее место в системе земледелия. Понятие о почве, ее плодородии, значение в сельскохозяйственном производстве. Краткая история развития почвоведения. Растения и почва во взаимодействии.

1.2. Основные определения

Почвоведение – наука о почвах, их образовании (генезисе), строении, составе и свойствах, закономерностях географического распространения, о формировании и развитии главного свойства почвы – плодородия – и путях наиболее рационального его использования.

Почва – природное образование, состоящее из генетически связанных горизонтов, формирующихся в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под воздействием воды, воздуха и живых организмов; обладает плодородием. Состоит из твердой, жидкой (почвенный раствор), газообразной и живой (почвенные фауна и флора) частей. Подразделяется на генетические типы (например, подзолистые, серые лесные, черноземы, сероземы). Географическое распределение почв на равнинах подчинено общим законам широтной зональности, а в горах – вертикальной поясности. В сельском хозяйстве – основное средство производства.

Плодородие почвы – способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для нормальной деятельности.

1.3. История развития почвоведения

Изучение почв началось в конце 18 в. К середине 19 в. в Европе сформировалось два направления изучения почв:

– агрогеологическое направление почвоведения, рассматривающее почву как геологическое образование (почва – рыхлая горная порода; растениям отводится пассивная роль);

– агрокультурхимическое направление, рассматривающее почву как источник элементов питания (живым организмам отводится основная роль).

1.4. Значение почвы

Почвоведение необходимо изучать для развития сельского хозяйства, лесного хозяйства, дорожного строительства, элементов ландшафта и др.

Почвоведение как научная дисциплина подразделяется на общее и частное:

1) рассматривается общая схема образования и развития почвы и её плодородия, состав (минералогический, гранулометрический, химический) и свойства почвы, а также её режимы (водный, воздушный, тепловой);

2) изучается генезис почв, природа конкретных процессов почвообразования, классификация и диагностика почв, общие и региональные географические закономерности их распространения, состав и свойства конкретных типов почв, а также приемы их наиболее рационального использования и пути повышения плодородия.

2. Происхождение и состав минеральной части почвы

2.1. Основные вопросы

Главнейшие минералы земной коры. Первичные минералы. Вторичные минералы. Горные породы. Агрономические руды. Общие представления о геологических процессах земной коры. Эндогенные процессы. Процессы выветривания горных пород и минералов. Физическое выветривание. Химическое выветривание. Биологическое выветривание. Деятельность ветра, атмосферных вод, моря, ледников. Почвообразующие породы на территории России: четвертичные осадочные горные породы, элювий магматических и метаморфических пород. Влияние почвообразующих пород на лесостроительные и агрономические свойства почвы.

2.2. Минералогический состав

В состав почвообразующих пород и почв входят первичные и вторичные минералы. Первичные минералы образовались в глубоких слоях Земли из расплавленной магмы. Вторичные минералы образовались из первичных минералов в поверхностных горизонтах суши земного шара под воздействием климатических и биологических факторов.

Первичные минералы сосредоточены преимущественно в механических элементах размером $> 0,001$ мм, вторичные – в механических элементах размером $< 0,001$ мм. В большинстве почв первичные минералы преобладают по весу над вторичными.

Первичные минералы. Эти немногие минералы составляют основную массу магматических пород. Наиболее распространенные группы первичных минералов в породах и почвах представлены в табл. 1.

Таблица 1

Группы первичных минералов

<i>Минералы</i>	<i>Содержание, %</i>
полевые шпаты	59,5
кварц	12,0
амфиболы, пироксены	16,8
слюды	3,8
прочие минералы	7,9

Первичные минералы, измельченные под воздействием физических факторов выветривания, встречаются во всех рыхлых почвообразующих породах и почвах. Относительное содержание их в почвах обуславливается различной устойчивостью к физическому и химическому выветриванию. Минералы, обладающие большой механической прочностью (кварц, полевые шпаты), сохраняются преимущественно в виде крупных частиц; менее прочные (амфиболы, пироксены, слюды) переходят в более мелкие механические фракции.

Дробление минералов приводит к значительному увеличению их поверхности, что способствует химическому выветриванию (табл. 2).

Устойчивость к выветриванию определяется самой природой минералов, их различием в химическом составе и кристаллической структуре. Ионы в кристаллах минералов расположены в виде геометрически правильной пространственной решетки, называемой кристаллической. Благодаря такому строению кристаллы минералов имеют форму геометрически правильных многогранников. Для каждого минерала характерна своя кристаллическая решетка и определенная форма кристаллов.

Характеристика первичных минералов

<i>Минералы</i>	<i>Характеристика</i>
кварц	Большая механическая прочность, устойчивость к химическому выветриванию, способны сохраняться и накапливаться даже в самых мелких фракциях (<0,001мм).
полевые шпаты	Менее устойчивы к химическому выветриванию, способны сохраняться в виде относительно крупных частиц. Они встречаются в песчаной и пылевой фракциях.
амфиболы пироксены слюды	Легко подвергаются химическому выветриванию, поэтому их содержание невелико во всех механических фракциях. Накопление слюд в мелких фракциях объясняется относительной устойчивостью слюды мусковита к химическому выветриванию, а также наличием вторичных слюд (гидрослюд).

Основным элементом структуры широко распространенных в почве кислородных соединений кремния является кремнекислородный тетраэдр $(\text{SiO}_4)^{4-}$, в вершинах которого располагаются четыре иона кислорода, а в центре – ион кремния. Кремнекислородный тетраэдр обладает четырьмя свободными валентными связями, которые могут быть компенсированы присоединением катионов или соединением с другими кремнекислородными тетраэдрами (рис. 1, 2).

Соединяясь между собой через кислородные ионы, тетраэдры образуют различные сочетания или типы структур: островные (оливин), цепные (пироксен), ленточные (амфибол), листоватые или слоистые (слюды, глинистые минералы), каркасные (полевые шпаты).

Островной тип структуры характеризуется наличием в нем кремнекислородных радикалов, состоящих из одного, двух и большего, но конечного числа тетраэдров. Изолированные тетраэдры соответствуют формуле радикала $(\text{SiO}_4)^{4-}$, спаренные – $(\text{Si}_2\text{O}_7)^{6-}$, комплекс из трех тетраэдров – $(\text{Si}_3\text{O}_9)^{6-}$, из четырех – $(\text{Si}_4\text{O}_{12})^{8-}$, из шести – $(\text{Si}_6\text{O}_{18})^{12-}$ (рис. 1).

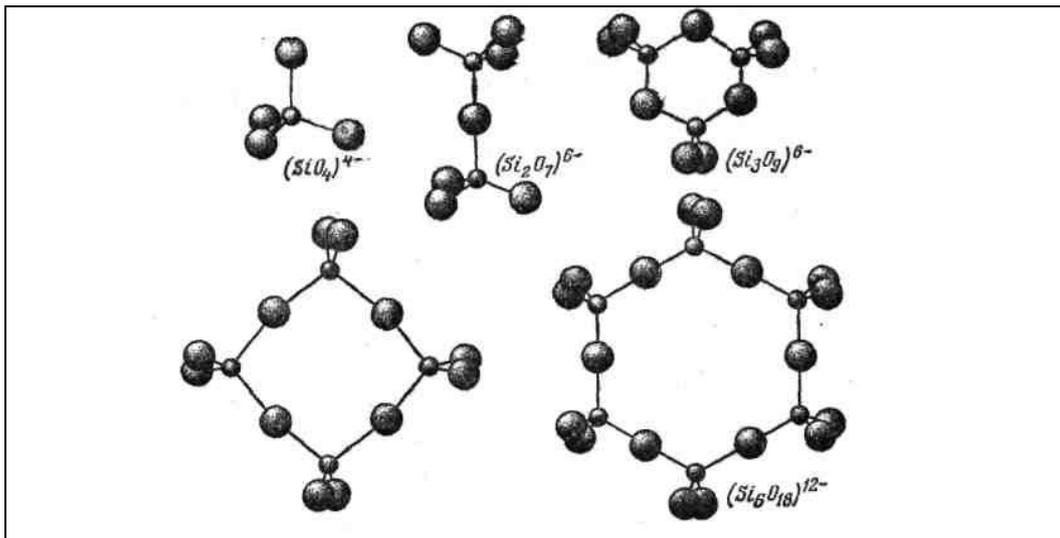


Рис. 1. Островные кремнекислородные радикалы

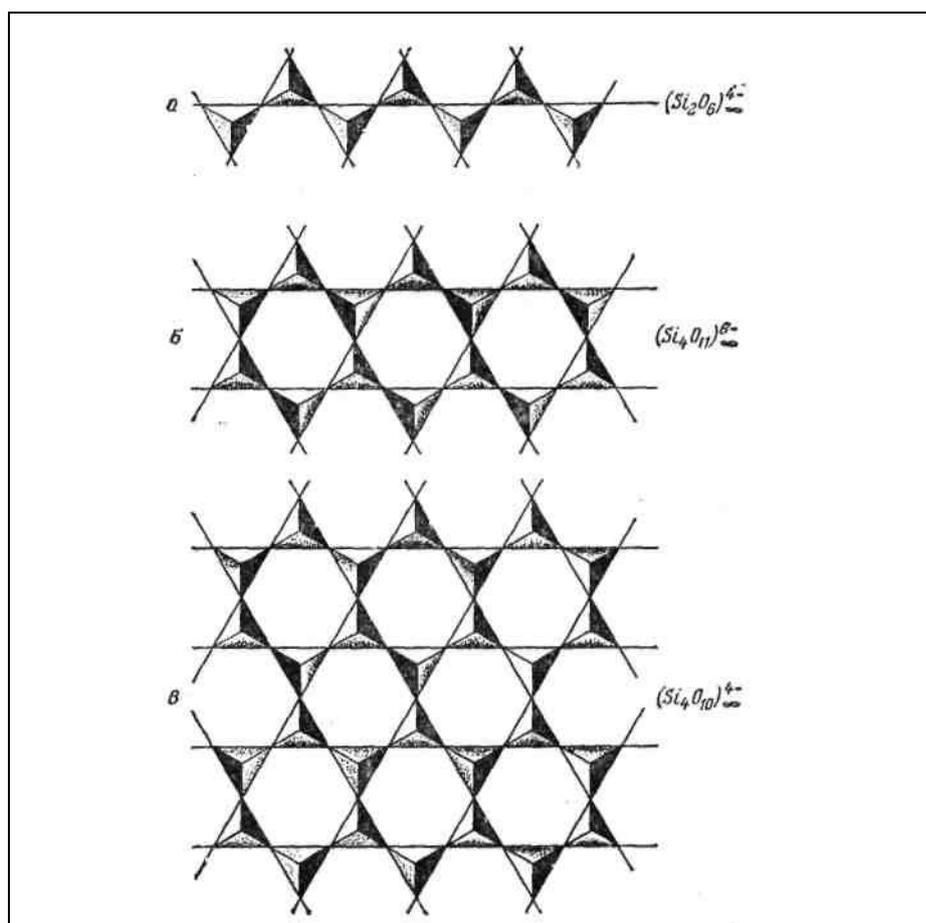


Рис. 2. Кремнекислородные радикалы:
а — цепные; б — ленточные; в — листоватые

В цепных, ленточных, листоватых, каркасных структурах кремнекислородные тетраэдры образуют бесконечные радикалы, сочленяясь в цепочки, ленты, листы, каркасы (рис. 2). Формула таких радикалов показывает не количество атомов в кремнекислородных группах, а только отношение атомов в бесконечной группе, число атомов в элементарном звене, бесконечным повторением которого можно воспроизвести всю структуру.

Одинарные цепочки характерны для пироксенов с формулой радикала $(\text{Si}_2\text{O}_6)^{4-\infty}$, двойные цепочки или ленты – для амфиболов с формулой радикала $(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-\infty}$. Листоватая структура образуется, если тетраэдры соединяются вершинами в бесконечную группировку с радикалом $(\text{Si}_4\text{O}_{10})^{4-\infty}$. Для каркасной структуры характерно сочленение тетраэдров в бесконечные трехмерные решетки, каркасы, не имеющие активных кислородных ионов.

В каркасных структурах кремний (Si^{4+}) может быть замещен алюминием (Al^{3+}) с образованием комплексной алюмокремниевой группы, характерной для полевых шпатов.

Значение первичных минералов состоит, прежде всего, в том, что они являются источником образования вторичных минералов. Первичные минералы составляют скелет почвы, от их количества и величины зависит механический состав, а следовательно, все водно-физические и физико-механические свойства, емкость поглощения катионов. Первичные минералы являются резервным источником зольных элементов (в том числе и микроэлементов) питания растений.

Вторичные минералы. Различают минералы простых солей, минералы гидроокислов и окислов, глинистые минералы.

Минералы простых солей образуются при выветривании первичных минералов, а также в результате почвообразовательного процесса. Минералы-соли способны накапливаться в почвах в больших количествах в условиях сухого климата. Качественный и количественный состав их определяет степень и характер засоления почв. К таким солям относятся кальцит CaCO_3 , магнезит MgCO_3 , доломит $[\text{Ca}, \text{Mg}](\text{CO}_3)_2$, сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, мирабилит $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, галит NaCl , фосфаты, нитраты и др.

Минералы гидроокислов и окислов – это гидроокислы кремния, алюминия, железа, марганца, образующиеся при выветривании первичных минералов в аморфной форме в виде гидратиро-

ванных высокомолекулярных гелей и постепенно подвергающиеся дегидратации и кристаллизации с образованием окислов и гидроокислов кристаллической структуры. Кристаллизации способствуют высокая температура, замерзание, высушивание, окислительные условия почвы.

Гидроокись кремния ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) по мере старения переходит в твердый гель – опал ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) с содержанием воды от 2 до 30%, затем, теряя воду, – в кристаллические формы халцедона и кварца SiO_2 .

Гидраты полуторных окислов ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), кристаллизуясь, образуют такие вторичные минералы, как бемит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, гидраргилит (гиббсит) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ или $\text{Al}(\text{OH})_3$, гематит Fe_2O_3 , гетит $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, гидрогетит $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Эти минералы имеются в небольших количествах во многих почвах.

Степень окристаллизованности минералов обуславливает их растворимость: чем больше окристаллизованность, тем меньше растворимость. На растворимость полуторных окислов большое влияние оказывает реакция среды. При $\text{pH} < 5$ переходит в ионную форму алюминий, а при $\text{pH} < 3$ – трехвалентное железо.

К высокодисперсным аморфным соединениям относятся также гумусовые вещества, вулканические туфы, аллофан ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

От содержания и природы аморфных веществ зависят многие свойства почв. Гумусовым веществам и полуторным окислам принадлежит особая роль в структурообразовании. Аморфные полуторные окислы, благодаря своей огромной поверхности, поглощают много фосфора, делают его малодоступным растениям.

Глинистые минералы по химическому составу являются вторичными алюмо- и ферросиликатами. Они образуются в результате синтеза из конечных продуктов выветривания первичных минералов, а также путем постепенного изменения первичных минералов в процессе выветривания и почвообразования.

К наиболее распространенным в почвах глинистым минералам относятся группы монтмориллонита, каолинита и гидрослюд. (рис. 3). Эти минералы являются составной частью природных глин, в связи с чем они и получили название глинистых минералов.

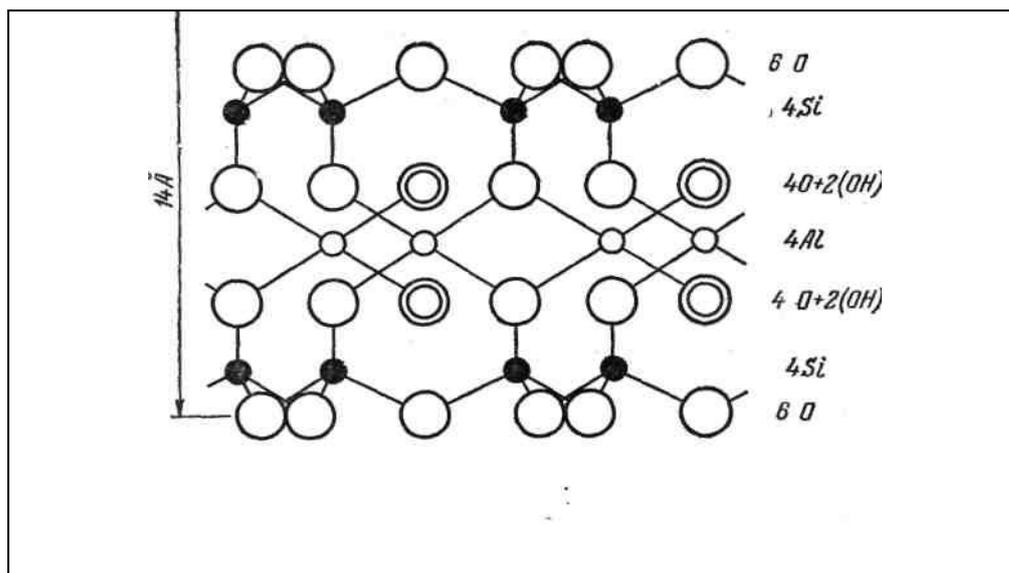


Рис. 3. Схема строения кристаллической решетки монтмориллонита

Глинистым минералам присущи общие свойства: слоистое кристаллическое строение; высокая дисперсность; поглощательная способность; наличие в составе минералов химически связанной воды. Однако каждая группа минералов имеет специфические свойства и значение в плодородии.

Монтмориллонит $[Al_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot nH_2O]$ – широко распространены в почвах, за исключением красноземов и латеритов (где их мало или совсем нет), имеют трехслойную кристаллическую решетку, состоящую из двух слоев кремнекислородных тетраэдров и заключенного между ними октаэдрического слоя (рис. 3); большая поглощательная способность, сильное набухание, липкость и высокая максимальная гигроскопичность.

Каолинит $(Al_2[Si_2O_5] \cdot (OH)_4)$ – встречаются в почвах в небольшом количестве. Кристаллическая решетка каолинита двухслойная и состоит из одного слоя кремнекислородных тетраэдров и одного слоя алюмогидроксильных октаэдров. Не набухает, так как доступ воды в межпакетное пространство затруднен из-за сильной связи между пакетами.

Преобладание каолинита в почвах – признак бедности почв основаниями.

Гидрослюды (гидромусковит, гидробиотит и др.) широко распространены в почвах. Структура их подобна монтмориллониту – трехслойная. Они важный источник калия для растений. Образуются из слюд и полевых шпатов.

Экспериментально доказано участие глинистых минералов в поглощении фосфора.

Вывод: одни и те же минералы могут содержаться в разных типах почв и разные минералы – в одном и том же типе почв. Состав и содержание минералов в почвах обуславливают многие их свойства и плодородие.

2.3. Почвообразующие породы

2.3.1. Классификация горных пород по происхождению



Магматические породы – образуются при остывании расплавленной жидкой массы внутри земной коры (глубинные, или интрузивные) или же вытекающей в виде лавы на земную поверхность (излившиеся, или эффузивные). Все эти породы имеют кристаллическое строение. При медленном остывании магмы на большой глубине образуются породы из крупных, хорошо различимых кристаллов (например, гранит). При быстром и неравномерном охлаждении магмы образуются породы скрытокристаллической или мелкокристаллической структуры с включениями отдельных крупных кристаллов (порфиры). Магматические породы, составляя 95% литосферы, имеют ограниченное распространение в качестве почвообразующих пород и встречаются главным образом в горных областях.

Осадочные породы – образовались на земной поверхности путем выветривания и переотложения продуктов выветривания магматических и метаморфических пород или из отложений остатков различных организмов. Осадочные породы делятся на три группы:

- 1) обломочные;
- 2) глинистые;
- 3) породы химического и органического происхождения.

Обломочные породы представляют собой продукты механического разрушения различных пород. По величине и форме обломков и степени цементации они разделяются на грубообломочные, песчаные и алевроитовые породы (табл. 3).

Классификация грубообломочных пород

Величина обломков, мм	Окатные		Неокатные	
	<i>рыхлые</i>	<i>сцементированные</i>	<i>рыхлые</i>	<i>сцементированные</i>
100–1000 и >	Валуны	} Конгломераты	Глыбы	} Брекчии
10–100	Галька		Щебень	
< 10	Гравий		Хрящ (дресва)	

Песчаные породы делятся по сложению на рыхлые – пески и сцементированные – песчаники, образующиеся в результате цементации песчинок различными веществами (железистыми соединениями, известковыми, кремнистыми и др.).

Алевритовые породы состоят из тонкозернистых частиц размером от 0,1 до 0,01 мм (супеси, суглинки, лёссы). Они занимают промежуточное положение между песками и глинами.

Глинистые породы – это группа осадочных пород, состоящая преимущественно (до 75%) из частиц размером < 0,01 мм, среди которых преобладают частицы < 0,001 мм. Окраска глин зависит от наличия в их составе тех или иных минералов и примесей.

Породы химического и органического происхождения подразделяют на группы: карбонатные, кремнистые (диатомиты, трепелы, опоки и кремневые конкреции), сернокислые и галоидные (гипс, каменная соль), железистые, фосфоритные – и каустобиолиты – органические горючие породы (торф, угли, нефть). Из осадочных пород химического и органического происхождения важная роль в формировании почвообразующих пород принадлежит карбонатным отложениям (известнякам, мергелям, доломитам и мелу).

Осадочные породы составляют около 10% массы земной коры и покрывают 75% поверхности Земли. С осадочными горными породами связано свыше 3/4 полезных ископаемых (уголь, нефть, горючие газы, соли, руды железа, марганца, алюминия, россыпи золота, платины, алмазов, фосфориты, стройматериалы).

Метаморфические породы образуются из осадочных и магматических пород в глубоких слоях земной коры под воздействием

высокой температуры и большого давления. К ним относятся гнейсы, разнообразные сланцы (глинистые, слюдовые, кремнистые), мраморы (образующиеся из известняков); кварциты (образующиеся из песчаников). Они редко служат материнскими породами для почв; встречаются они преимущественно в горных областях.

2.3.2. Классификация горных пород по возрасту

Классификация горных пород по возрасту и их характеристика представлены в табл. 4.

Таблица 4

Классификация горных пород по возрасту

<i>Горные породы</i>	
Древние, или коренные, дочетвертичные, преимущественно плотные породы.	Четвертичные, или современные, главным образом рыхлые осадочные породы континентального и морского происхождения.
Породы данной группы представлены продуктами разрушения магматических, осадочных и метаморфических горных пород различных геологических эпох и периодов. Наиболее широко они распространены в горных районах, а на равнинах встречаются сравнительно редко.	Равнинные пространства нашей страны, особенно в пределах европейской части, покрыты более или менее мощным слоем осадков второй группы, на которых почти повсеместно и формируются почвы.

2.3.3. Классификация горных пород по генезису

По генезису горные породы подразделяют на: элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, озерные, ледниковые, золовые, морские.

Элювий (от лат. eluo – вымываю) – продукты выветривания горных пород, остающиеся на месте своего образования.

Делювий (от лат. deluo – смываю) – скопления на склонах и у подошвы возвышенностей продуктов выветривания горных пород, смытых талыми и дождевыми водами.

Пролювий (от лат. proluo – выношу течением) – продукты разрушения горных пород, выносимые водными (временными) потоками к подножиям возвышенностей; слагают конусы выноса

и образующиеся от их слияния так называемые пролювиальные шлейфы. Развит главным образом в аридных и полупустынных областях (пустынные области).

Аллювий (от лат. *alluvio* – нанос) – отложения постоянных и временных водных потоков (рек, ручьев), состоящие из обломочного материала различной степени окатанности и сортировки (галечник, гравий, песок, суглинок, глина).

Озерные отложения – отложения на дне современных и существовавших в прошлые геологические эпохи озер. Представлены преимущественно тонкозернистыми осадками, сапропелем и диатомитом в пресноводных озерах, карбонатами, сульфатами, хлоридами и глиной – в соленых.

Ледниковые отложения – большая группа отложений, возникающих в результате деятельности ледников и талых ледниковых вод. Включают различные типы морен, флювиогляциальные, озерно-ледниковые и ледниково-морские отложения. По характеру обломочного материала выделяют валунные глины, галечники, пески, супеси, суглинки.

Эоловые отложения – песчаные и глинистые отложения, образовавшиеся в результате накопления перенесенных ветром частиц. Наиболее широко распространены в пустынях (барханы).

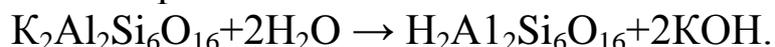
Морские отложения – осадочные и вулканогенно-осадочные образования на дне современных морей и океанов.

2.4. Выветривание

Под выветриванием понимают механическое разрушение и химическое изменение горных пород и их минералов.

Наружные горизонты горных пород, где протекают процессы выветривания, называются корой выветривания (зоны поверхностного и глубинного выветривания). Мощность коры современного выветривания колеблется в пределах от нескольких сантиметров до 2–10 м.

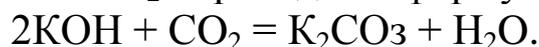
гидролиза приводит к замене катионов щелочных и щелочноземельных металлов кристаллической решетки на *ионы водорода* диссоциированных молекул воды. Схематически эту реакцию для ортоклаза можно выразить так:



Образующийся KOH обуславливает щелочную реакцию раствора, при которой происходит дальнейшее разрушение кристаллической решетки с отщеплением части кремнезема и образованием каолинита. Например,



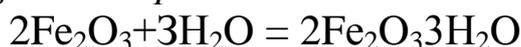
KOH при наличии CO₂ переходит в форму карбоната:



При присутствии большого количества воды и CO₂ в сочетании с высокой температурой, что наблюдается в условиях тропического и субтропического климатов, возможен дальнейший гидролиз каолинита с образованием свободных гидратов окиси алюминия и кремнезема:



В результате гидролиза силикатов получают новые продукты, химически более стойкие в термодинамических условиях поверхностного выветривания. С деятельностью воды связана также *гидратация*, то есть химический процесс *присоединения частиц воды к частицам минералов*.

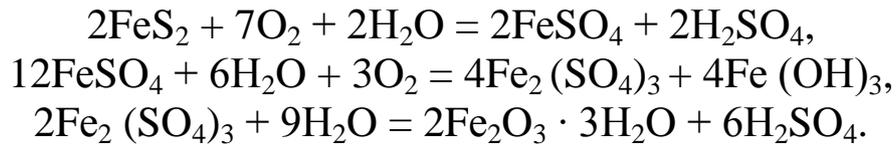


гематит

лимонит.

Гидратация наблюдается и в более сложных по составу минералах – силикатах и алюмосиликатах. Она приводит к разрушению поверхности минералов, что обеспечивает в дальнейшем их взаимодействие с окружающим водным раствором, газами и другими факторами выветривания.

Окисление – реакция, широко распространенная в зоне выветривания. Окислению подвергаются многочисленные минералы – содержащие закисное железо или другие способные к окислению элементы. Характерным примером окислительных реакций при выветривании может служить взаимодействие сульфидов с *молекулярным кислородом* в водной среде. Так, при окислении пирита наряду с сульфатами и гидратами окисей железа образуется серная кислота, участвующая в создании новых минералов:



В процессе окисления изменяется первоначальная окраска горных пород, появляются желтые, бурые, красные тона. Сильно окисленные породы обычно приобретают землистое пористое строение (например, красноцветная кора выветривания).

В результате химического выветривания происходит изменение физического состояния и разрушение кристаллической решетки минералов. Порода обогащается новыми (вторичными) минералами и приобретает такие свойства, как связность, влагоемкость, поглотительная способность и др.

Биологическое выветривание – это процессы механического разрушения и химического изменения горных пород и минералов под действием организмов и продуктов их жизнедеятельности. При биологическом выветривании организмы извлекают из породы необходимые для построения своего тела минеральные вещества и аккумулируют их в поверхностных горизонтах породы, создавая условия для почвообразования и формирования почв.

2.4.2. Типы выветривания

Типы выветривания



Сиаллитный

Аллитный

Сиаллитный тип выветривания развивается в условиях умеренного климата со средним количеством осадков, при котором образуются преимущественно вторичные алюмосиликаты и ферросиликаты.

Аллитный тип выветривания получает развитие в условиях влажного тропического климата, где интенсивно протекают процессы гидролиза и образование гидратов окисей кремния, алюминия и железа.

В процессе выветривания горные породы подвергаются глубоким физическим и химическим изменениям, и порода приобретает ряд новых свойств, благоприятных для жизни растений.

2.5. Практическое занятие. Изучение минерального состава почвы.

3. Почвообразовательный процесс

3.1. Основные вопросы

Общая схема почвообразовательного процесса. Большой геологический и малый биологический круговороты веществ. Факторы почвообразования, выделенные В. В. Докучаевым: почвообразующие (материнские) породы, климат, растительность и животный мир (биологический фактор), рельеф, возраст почв. Почвенный профиль – результат почвообразования. Его строение и морфологические (внешние) признаки: окраска, структура, гранулометрический состав, сложение, новообразования, включения.

3.2. Общая схема почвообразовательного процесса

Почвы образуются из горных пород. Горная порода превращается в почву в результате двух совместно протекающих процессов – выветривания и почвообразования.

В процессе выветривания горных пород и минералов, их слагающих, элементы питания растений переходят в растворимое состояние и становятся доступными для растений.

Почвообразовательный процесс – это совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почвенной толще.

К наиболее важным слагаемым почвообразовательного процесса можно отнести следующие:

- 1) создание органического вещества и его разрушение;
- 2) аккумуляция органических и неорганических веществ и их вынос;
- 3) распад минералов (первичных и вторичных) и синтез новых;
- 4) поступление влаги в почву и возврат ее в атмосферу в результате транспирации и испарения;
- 5) поглощение почвой лучистой энергии солнца, сопровождаемое нагреванием почвы, и излучение энергии, сопровождаемое охлаждением, и т. д.

Высшие и низшие растения, поселяясь на выветривающейся горной породе, а затем в почве, извлекают из нее химические элементы, в том числе и важнейшие питательные вещества, концентрируют их в себе, предохраняя тем самым от вымывания и вовлечения в большой геологический круговорот.

В результате биологического круговорота веществ и процесса образования и разрушения органического вещества почвообразующая порода находится в непрерывном взаимодействии с растениями и животными, продуктами их жизнедеятельности, а также с продуктами разложения и минерализации органических остатков. Это и составляет сущность почвообразовательного процесса.

3.3. Факторы почвообразования

Факторы почвообразования представлены в табл. 5.

Таблица 5

Факторы почвообразования

почвообразующая (материнская) порода	климат	растительность и животный мир (биологический фактор)	рельеф	возраст	производственная деятельность человека
--------------------------------------	--------	--	--------	---------	--

1) Почвообразующая порода является минеральной основой для почвы.

2) Климат оказывает прямое и косвенное влияние на почвообразовательный процесс. Прямое влияние сказывается в непосредственном воздействии элементов климата (увлажнение почвы влагой атмосферных осадков и ее промачивание; нагревание и охлаждение). Косвенное влияние климата проявляется через его воздействие на растительный и животный мир.

3) Состав растительности и ее биологическая продуктивность, количество органических остатков, попадающих в почву, и темп их разложения, количество вовлекаемых в биологический круговорот химических элементов – все это оказывает существенное влияние на особенности почвообразовательного процесса.

4) Рельеф влияет на распределение веществ и энергии по поверхности почвы.

5) Возраст данной почвы исчисляется с момента начала почвообразовательного процесса.

6) С развитием человеческого общества почва вовлекается в сферу хозяйственной деятельности и становится средством производства.

3.4. Морфологические признаки почв

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

3.4.1. Строение почвы

В профиле почвы выделяется несколько *горизонтов*, а последние, в свою очередь, можно подразделить на *подгоризонты*. Каждый горизонт имеет свое название и буквенное обозначение (индекс).

Обычно выделяют следующие генетические горизонты: $A_{\text{п}}$ – пахотный; A_0 – лесная подстилка; $A_{\text{д}}$ – дернина; A (A_1) – гумусово-аккумулятивный; A_2 – элювиальный; B – иллювиальный, переходный; G – глеевый; C – материнская порода; D – подстилающая порода.

Для более детальной индексировки горизонтов и отражения некоторых особенностей генезиса или состава к их основным обозначениям добавляют буквы, которые ставят справа и снизу основного индекса. Например, A_{2g} , B_g . Так, **g** обозначает признаки оглеения в данном горизонте; **с** – накопление легкорастворимых солей; **к** – обогащение карбонатами; **h** – накопление иллювируемого (вымывтого) гумуса; **г** – скопление гипса; **m** – выделение метаморфических горизонтов; **f** – выделение иллювиально-железистых горизонтов.

В случае постепенной смены одного горизонта другим обозначается переходный горизонт, несущий признаки обоих горизонтов (A_0A_1 ; A_1A_2 ; A_2B ; B/C и т. п.).

В почвах пойм, развивающихся на слоистых аллювиальных наносах, генетические горизонты бывают замаскированы слоистостью самой породы, поэтому их профиль приходится разделять на слои с обозначением римскими цифрами – **I слой**, **II слой** и т. д.

A_{II} – пахотный; A_0 – лесная подстилка; A_d – дернина

$A (A_1)$ – гумусово-аккумулятивный

A_2 – элювиальный

B – иллювиальный, переходный (по гумусу)

G – глеевый

C – материнская порода

D – подстилающая порода

3.4.2. Мощность почвы и отдельных ее горизонтов

Мощность почвы – ее вертикальная протяженность, т. е. толщина от ее поверхности вглубь до не измененной почвообразовательными процессами части материнской породы.

Отмечая мощность того или иного горизонта, указывают его верхнюю и нижнюю границы, например:

$$A_{II} \frac{0-20}{20} \text{ см}; \quad A_1 \frac{20-25}{5} \text{ см.}$$

Границы почвенных горизонтов: ровные, извилистые, постепенные, ясные и резкие.

3.4.3. Окраска почв

Это наиболее доступный и бросающийся в глаза морфологический признак. Наиболее важными для окраски почв являются следующие три группы соединений: 1) гумус; 2) соединения железа; 3) кремнекислота, углекислая известь и каолин.

Гумусовые вещества обуславливают черную, темно-серую и серую окраску. Соединения окисного железа – красная, оранжевая и желтая окраска (Fe_2O_3 ; $Fe_2O_3 \cdot H_2O$). Соединения закисного железа – голубая, сизая окраска. Вивианит ($Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$) в болотных почвах – зеленовато-голубой оттенок. Кремнезем (SiO_2),

углекислый кальций (CaCO_3) и каолинит ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$) – белая и белесая окраска. Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), легкорастворимые соли (NaCl , $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ и др.) – белесые оттенки.

На окраску почвы влияют: структура, влажность, время суток.

Указывают степень *интенсивности*: светло-бурая, темно-бурая; отмечают *оттенки*: белесая с желтоватым оттенком, или же называют *промежуточные тона*: коричнево-серая, серо-бурая. Если почвенные горизонты не имеют однородной окраски, их характеризуют как *пестрые* или *пятнистые* (отмечают основной тон окраски и цвет пятен).

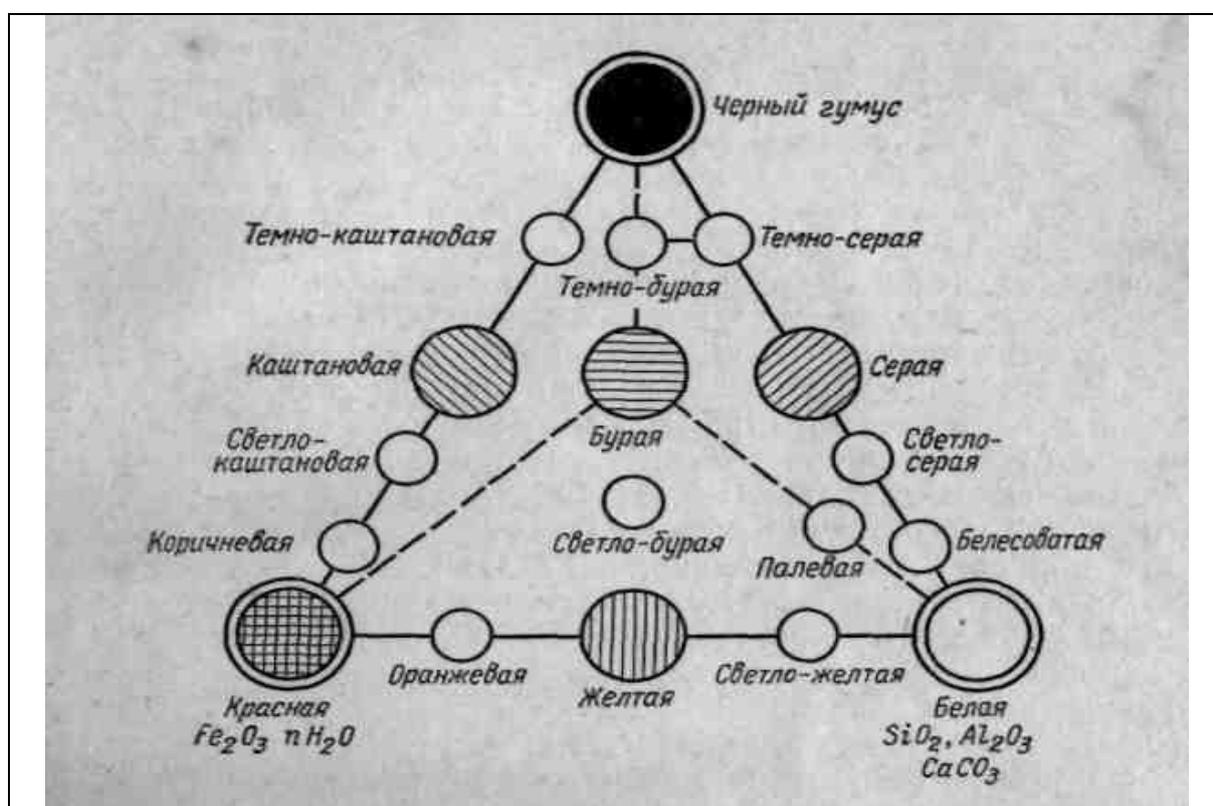


Рис. 4. Треугольник цветов С. А. Захарова

3.4.4. Гранулометрический состав

Подробно данный вопрос будет рассмотрен в главе 5.

3.4.5. Структура почвы

Структура – отдельности (агрегаты), на которые способна распадаться почва.

Типы структуры: кубовидная, призмовидная, плитовидная (см. табл. 6).

В зависимости от **размера** структуру подразделяют на следующие группы: *мегаструктура (глыбистая) больше 10 мм, макроструктура 10–0,25 мм, грубая микроструктура 0,25–0,01 мм, тонкая микроструктура меньше 0,01 мм.*

Почва может быть структурной и бесструктурной! При структурном состоянии масса почвы или породы разделена на отдельности той или иной формы и величины. При бесструктурном или раздельночастичном состоянии отдельные механические элементы, слагающие почвы, не соединены между собой в более крупные отдельности, а существуют раздельно или залегают сплошной сцементированной массой. Типичным примером бесструктурного состояния является рыхлый песок. В бесструктурном состоянии могут находиться почвы и иного механического состава. Между структурными и бесструктурными почвами имеются и переходные почвы, у которых структура выражена слабо.

Таблица 6

Классификация почвенной структуры по С. А. Захарову

Род		Вид		Размер
<i>I тип. Кубовидная</i>				
1	Глыбистая – неправильная форма и неровная поверхность	1)	Крупноглыбистая	> 10 см
		2)	Мелкоглыбистая	10 – 1 см
2	Комковатая – неправильная округлая форма, неровные округлые и шероховатые поверхности разлома, грани не выражены	3)	Крупнокомковатая	10 – 3 мм
		4)	Комковатая	3 – 1 мм
		5)	Мелкокомковатая	1 – 0,25 мм
		6)	Пылеватая	< 0,25 мм
3	Ореховатая – более или менее правильная форма, грани хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые	7)	Крупноореховатая	> 10 мм
		8)	Ореховатая	10 – 7 мм
		9)	Мелкоореховатая	7 – 5 мм
4	Зернистая – более или менее правильная форма, иногда округлая с выраженными гранями, то шероховатыми, матовыми, то гладкими и блестящими	10)	Крупнозернистая (гороховатая)	5 – 3 мм
		11)	Зернистая (крупитчатая)	3 – 1 мм
		12)	Мелкозернистая (порошистая)	1 – 0,5 мм
<i>II тип. Призмовидная</i>				
5	Столбовидная – отдельные слабо оформлены, с неровными гранями и округленными ребрами	13)	Крупностолбовидная	> 5 см
		14)	Столбовидная	3 – 5 см
		15)	Мелкостолбовидная	< 3 см
6	Столбчатая – правильной формы с довольно хорошо выраженными вертикальными гранями и округлым верхним основанием («головкой») и плоским нижним	16)	Крупностолбчатая	5 – 3 см
		17)	Мелкостолбчатая	< 3 см
7	Призматическая – грани хорошо выражены, с ровной глянцевитой поверхностью, с острыми ребрами	18)	Крупнопризматическая	5 – 3 см
		19)	Призматическая	3 – 1 см
		20)	Мелкопризматическая	1 – 0,5 см
		21)	Тонкопризматическая	0,5 см
		22)	Карандашная (при длине отдельностей 5 см)	< 1 см

<i>III тип. Плитовидная</i>				
8	Плитчатая (слоевая) – с более или менее развитыми горизонтальными «плоскостями спайности»	23)	Сланцеватая	> 5 мм
		24)	Плитчатая	5 – 3 мм
		25)	Пластинчатая	3 – 1 мм
		26)	Листовая	< 1 мм
9	Чешуйчатая – со сравнительно небольшими горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми гранями	27)	Скорлуповатая	> 3 мм
		28)	Грубочешуйчатая	3 – 1 мм
		29)	Мелкочешуйчатая	< 1 мм

3.4.6. Сложение

Сложение – внешнее выражение плотности и пористости почвы. Оно зависит от гранулометрического состава, структуры, а также 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 подразделяются на слитые (очень плотные), плотные, рыхлые и рассыпчатые.

По степени плотности: слитое, плотное, рыхлое, рассыпчатое.

Слитое сложение характеризуется очень плотным прилеганием частиц, образующих нередко сцементированную, с большим трудом разламывающуюся массу; *нож в нее не входит, можно его лишь вбить*. Присуще для иллювиальных горизонтов солонцов и сцементированных, оруденелых горизонтов подзолистых почв.

Плотное сложение требует *значительных усилий для вдавливания ножа в почву*. Оно типично для иллювиальных горизонтов суглинистых и глинистых почв.

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 почвы не связаны друг с другом, и масса почвы обладает сыпучестью*.

Пористость характеризуется формой и величиной пор внутри структурных отдельностей или между ними.

По расположению пор внутри структурных отдельных различают следующие типы сложения:

1) тонкопористое – почва пронизана порами диаметром менее 1 мм;

2) пористое – диаметр пор колеблется от 1 до 3 мм; примером подобного сложения может служить лёсс;

3) губчатое – в почве встречаются пустоты размером от 3 до 5 мм;

4) ноздреватое (дырчатое) – в почве имеются пустоты диаметром от 5 до 10 мм; подобное сложение, обусловленное деятельностью многочисленных землероев, встречается в сероземных почвах, оно характерно также для известковых туфов;

5) ячеистое – пустоты превышают 10 мм, встречается в субтропических и тропических почвах;

б) трубчатое – пустоты в виде каналов, прорытые землероями.

По расположению пор между структурными отдельностями различают следующие типы сложения почв в сухом состоянии:

1) тонкотрещиноватое – при ширине полостей меньше 3 мм;

2) трещиноватое – при ширине полостей от 3 до 10 мм;

3) щелеватое – полости шириной больше 10 мм.

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

Пористость характеризуется формой и величиной пор внутри структурных отдельных или между ними. Типы пор рассмотрим в табл. 7.

Таблица 7

Типы пор

<i>Типы по расположению пор внутри структурных отдельных</i>	<i>Типы по расположению пор между структурными отдельностями (почва сухая)</i>
тонкопористое	тонкотрещиноватое – при ширине полостей меньше 3 мм
пористое	
губчатое	трещиноватое – при ширине полостей от 3 до 10 мм
ноздреватое (дырчатое)	
ячеистое	щелеватое – полости шириной больше 10 мм
трубчатое	

3.4.7. Новообразования и включения

Новообразования – скопления веществ различной формы и химического состава, которые формируются и откладываются в горизонтах почвы.

Новообразования



*Химического
происхождения*

*Биологического
происхождения*

Химические новообразования по форме разделяют на следующие группы:

1) *выцветы и налеты* – химические вещества (например, растворимые соли) выступают на поверхности почвы или на стенке разреза в виде тончайшей пленочки;

2) *корочки, примазки, потеки*, выступая на поверхности почвы или по стенкам трещин, образуют слой небольшой толщины;

3) *прожилки и трубочки* – вещества занимают ходы червей или корней, поры и трещины почвы;

4) *конкреции и стяжения* – скопления различных веществ более или менее округлой формы;

5) *прослойки* – вещества накапливаются в больших количествах, пропитывая отдельные слои почвы.

Химические новообразования по составу подразделяют на следующие группы:

1. *Скопления легкорастворимых солей*, главным образом NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , Na_2SO_4 . Они встречаются в засоленных почвах и породах, чаще в условиях сухой полупустынной и пустынной степи.

Наиболее характерные формы скопления легкорастворимых солей – налеты и выцветы, белые корочки и примазки, крупинки и отдельные кристаллы солей.

2. *Скопления гипса*. Они отмечаются в тех же почвах, что и легкорастворимые соли. Характерными формами являются выцветы и налеты, корочки и прожилки. Если прожилки гипса образуют сложную сеть, их называют лжегрибницей (за сходство с белыми нитями мицелия грибов). Гипс встречается также в форме крупных кристаллов, стекловидных пластинок или крупных сердцевидных сростков, называемых «земляные сердца».

3. *Скопления углекислой извести.* Ее новообразования встречаются в почвах почти всех зон, но наиболее типичные формы образуются в черноземах. По форме они подразделяются на:

- а) налеты, придающие почве «седину»;
 - б) известковую плесень в виде скопления тончайших игольчатых кристаллов углекислого кальция;
 - в) карбонатную лжегрибницу, или псевдомицелий, – очень тонкие прожилки мучнистой кристаллической извести;
 - г) белоглазку – белые рыхлые округлой формы диаметром 1–2 см скопления извести с резко очерченными краями, четко выступающие на фоне почвенных горизонтов;
 - д) журавчики – плотные скопления извести различной формы и размера;
 - е) дутики – такие же скопления извести, как и журавчики, но пустые внутри;
 - ж) погремки, или орляки, – большие и плотные скопления извести в диаметре до 10 см, внутри пустые, с отвалившимися твердыми кусочками извести, которые гремят при встряхивании;
- з) желваки – большие плотные скопления извести, достигающие в поперечнике 20 см;
- и) слои мергеля, или луговой извести, встречающиеся в низинных торфяниках и заболоченных почвах в поймах рек. Образуются в результате приноса углекислого кальция грунтовыми водами и отложения его в толще почвенных горизонтов.

4. *Скопления окислов и гидратов окисей железа, марганца и фосфорной кислоты.* Эти образования наиболее характерны для почв дерново-подзолистой зоны и влажных субтропиков, а в условиях избыточного увлажнения нередко встречаются и в почвах других зон.

По форме они подразделяются на:

- а) налеты, пленки и выцветы бурого и темно-бурого цвета, образующиеся с поверхности структурных отдельностей или по стенкам трещин;
- б) примазки, пятна и потеки различного цвета и оттенка (охристо-ржавые, коричнево-бурые, черные ...);
- в) псевдофибры и ортзанды – прожилки и прослойки полуторных окислов в песчаных почвах и породах; мощность их колеблется от долей сантиметра до 10–20 см; наиболее тонкие прослойки назы-

вают псевдофибрами, а широкие – ортзандами; почвы или породы с указанными образованиями бывают прочно сцементированы и приобретают характерное полосатое строение («тигровые» пески);

г) железистые трубочки – скопления железа по корневым ходам;

д) конкреции и бобовины – прочные скопления округлой формы величиной от мелкой дроби до грецкого ореха; иногда они выступают на вертикальной стенке разреза в виде беспорядочно разбросанных темно-бурых или черных точек и тогда получают название железо-марганцевой пунктуации;

е) ортштейн, рудяк – плотные скопления полуторных окислов, соединений фосфора и органического вещества; образуют сплошные прочно сцементированные прослойки темно-бурого или почти черного цвета.

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

Закисные соединения железа встречаются в виде сизоватых или сизовато-серых пленок и пятен и сизоватых корочек на поверхности структурных отдельностей и по стенкам трещин, а также в виде синих выцветов вивианита чаще всего в торфяных почвах.

6. *Скопления кремнекислоты* встречаются в виде следующих форм:

а) кремнеземистая присыпка – тончайший белесый налет на поверхности структурных отдельностей, представляющий собой мелкие фракции кварца и полевых шпатов, с поверхности которых удалены пленки гумуса и гидроокиси железа;

б) прожилки и пятна – скопления кремнезема округлой формы в порах.

В подзолистом горизонте подзолистых почв кремнекислота пропитывает весь горизонт и образует отдельные затеки, языки, карманы, которыми он внедряется в нижележащие горизонты.

7. *Выделения и скопления органических веществ:*

а) гумусовые потеки и корочки, покрывающие поверхность структурных отдельностей или стенки трещин черной лакировкой;

б) гумусовые пятна, карманы, языки – проникновение перегнойных веществ в нижележащие горизонты по трещинам на значительную глубину.

Новообразования *биологического* происхождения (животного и растительного) могут иметь следующие формы: а) червоточины – извилистые ходы – каналы червей; б) капролиты – образования в виде небольших клубочков, представляющие собой кусочки земли, прошедшие через пищеварительный аппарат червей и пропитанные их выделениями; в) кротовины – пустые или заполненные ходы роющих животных (сусликов, сурков, кротов и др.); г) корневины – сгнившие крупные корни растений; д) дендриты – узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

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

К включениям относятся:

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

4. Происхождение и состав органической части (гумуса) почвы

4.1. Основные вопросы

Источники образования гумуса в почве. Состав гумуса. Свойства гумусовых кислот (гуминовых и фульвокислот). Влияние внешних условий на характер превращения органических остатков и состав гумуса (температура, влажность почвы, ее воздушный режим, химические свойства, характер поступления и химический состав органических остатков). Значение гумуса в почвообразовании и плодородии почв. Мероприятия по накоплению гумуса в почве и улучшению его качественного состава.

4.2. Источники образования гумуса в почве

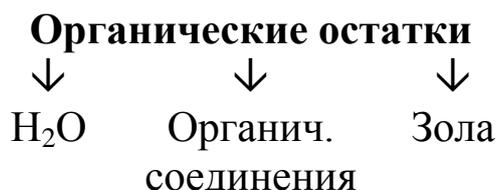
Источником образования органического вещества почвы являются обитающие в ней и на ней растительные и животные организмы (табл. 8).

Леса	Степи	Пустыни
↓	↓	↓
опад	трава	корни
трава	корни	трава
корни		

Таблица 8

Химический состав высших и низших организмов, % к сухому веществу

Организмы	Зола	Белки	Углеводы целлюлоза	Липиды, дубильные вещества
Бактерии	2-10	40-70	–	1-40
Водоросли	20-30	10-15	5-10	1-3
Лишайники	2-6	3-5	5-10	1-3
Мхи	3-10	5-10	15-25	5-10
Папоротники	6-7	4-5	20-30	2-10
Хвойные:				
древесина	0,1-1	0,5-1	45-50	2-12
хвоя	2-5	3-8	15-20	15-20
Лиственные:				
древесина	0,1-1	0,5-1	40-50	5-15
листья	3-8	4-10	15-25	5-15
Многолетние травы:				
злаки	5-10	5-12	25-40	2-10
бобовые	5-10	10-20	25-30	2-10



Органическая неживая масса как накапливающаяся на поверхности почвы, так и остающаяся в разных слоях почвы после

отмирания корневой системы и почвообитающих организмов подвергается сложным и разнообразным процессам трансформации. Эти процессы, биологические по природе, протекают под воздействием грибов, актиномицетов и бактерий с помощью выделяемых ими экзоэнзимов и при участии почвообитающих животных. В начале происходит разложение сложных органических соединений на более простые, называемые промежуточные продукты разложения. При недостаточном увлажнении (60–80% от полной влагоемкости), хорошей аэрации и благоприятной температуре (25–32°C) большая (около 75%) часть этих промежуточных продуктов разложения органических остатков почти полностью минерализуется. Многие конечные продукты минерализации в газообразной и водорастворимой формах (CO_2 , H_2O , NH_3 , NO_2 , CaO , K_2O и др.) могут снова усваиваться растениями.

Следующая часть промежуточных продуктов разложения используется гетеротрофными микроорганизмами для поддержания жизнедеятельности и формирования своих тел. Этот процесс повторного образования сложных органических соединений (белков, жиров, углеводов и т. п.) для построения тел очередных поколений микроорганизмов называют микробным синтезом. После отмирания этих организмов оставленная ими органическая масса вновь вовлекается в процесс разложения.

Оставшаяся последняя часть промежуточных продуктов разложения вовлекается в реакцию окисления, поликонденсации и полимеризации. Они протекают в почве с участием энзимов, выделяемых микроорганизмами во внешнюю среду. В результате образуются совершенно новые специфические органические вещества, не свойственные органическим соединениям отмерших тел организмов, которые вследствие их устойчивости к разрушению постепенно накапливаются в почве. Эти вещества называют гумусом (перегноем) или гумусовыми, а сам процесс их образования – гумификацией.

В составе гумуса целесообразно выделить такие группы соединений: исходные вещества тел отмерших организмов (10–15% общей массы перегноя); промежуточные продукты разложения (5–10% массы перегноя); собственно специфические гумусовые вещества, которые и определяют важнейшие свойства гумуса (80–90% массы перегноя).

Гумус – масса органических веществ темного цвета, равномерно пропитывающих минеральную часть почвы, – это сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков в почве.

4.3. Состав гумуса

В составе гумусовых веществ выделяют две группы высокомолекулярных и азотосодержащих соединений: гуминовые кислоты и фульвокислоты.

Гуминовые кислоты – темно- и чернookрашенные соединения, в воде почти не растворяются, в почве представлены преимущественно в виде гелей и коллоидных растворов и обладают очень высокой поглотительной способностью (250–750 мг-экв на 100 г вещества). Последнее и объясняет высокое содержание элементов минерального питания в хорошо гумусированных почвах.

При взаимодействии с минеральной частью эти кислоты образуют разные по прочности соединения, в том числе и соли, называемые **гуматами**.

Фульвокислоты более светло окрашены и более агрессивны по отношению к минеральной части почвы. Образуемые ими соли, называемые **фульваты**, хорошо растворимы в воде. При разложении органических остатков, находящихся на поверхности почвы, образующиеся фульвокислоты сильно разрушают многие минералы. Возникающие при этом новые соединения легко вымываются из верхних горизонтов почвы в нижележащие, кроме нерастворимой аморфной кремниевой кислоты ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Вследствие этого в верхней части почвы формируется почти целиком состоящий из кремнезема бесструктурный, пылевидный, белесого цвета горизонт, называемый **подзолистым**, или **элювиальным** (горизонт вымывания), характерный для малоплодородных подзолистых почв.

Таким образом, сходные по составу, но различающиеся по природе и химической активности две группы гумусовых кислот способствуют формированию различных по плодородию почв.

Количество образующегося в почве гумуса и его состав сильно зависит от происхождения органических остатков в почве, видов участвующих микроорганизмов в их разложении и ряда внешних условий. Попеременное чередование аэробного и анаэробного процессов благоприятствует образованию в почве гумусовых веществ.

Содержание гумуса в почве зависит и от многих других условий. На почвах легких по гранулометрическому составу (песчаных) гумуса образуется значительно меньше, чем на почвах глинистых. Обогащение почвы органическим веществом (посев многолетних трав, внесение больших норм навоза, компостов и т. п.) усиливает гумусонакопление, тогда как частые обработки почвы усиливают минерализацию гумуса, уменьшая его содержание и повышает подвижность и доступность высвобождаемых элементов минеральной пищи для растений.

4.5. Значение гумуса

Значение гумуса в почве весьма разнообразно и велико. С накоплением гумусовых веществ улучшается структурное состояние и увеличивается влагоемкость почвы, усиливается и биологическая аккумуляция элементов минерального питания и снижается плотность почвы до оптимальных для многих культурных растений значений.

4.6. Практическое занятие. Определение органического состава почвы.

5. Гранулометрический состав почвы и его влияние на свойства и плодородие

5.1. Основные вопросы

Понятие о гранулометрическом составе почв. Классификация почв по гранулометрическому составу. Простейшие методы определения гранулометрического состава почвы. Влияние гранулометрического состава на свойства почвы, превращение органических веществ и закрепление в почве элементов питания. Улучшение свойств почв легкого гранулометрического состава. Улучшение почв тяжелого гранулометрического состава. Каменистость почв.

5.2. Гранулометрический состав почвы

В результате процессов выветривания плотная горная порода превращается в рыхлую, состоящую из частиц различной величины, которые называются механическими элементами. Частицы, близкие по размерам, объединяют во фракции.

По определению Н. А. Качинского (1965 г), «под механическим элементом почвы следует понимать обособленные куски,

кусочки (осколки) пород и минералов, а также аморфных соединений в почве, все элементы которых (последних) находятся в химической взаимосвязи».

Различают три типа механических элементов – минеральные, органические и органоминеральные. Основная масса пород и почв состоит из минеральных механических элементов. *Относительное содержание в почве и в породе механических элементов (фракций) называется гранулометрическим составом.* Это содержание выражается в весовых процентах на сухую почву. Группировка частиц по размерам называется классификацией механических элементов (табл. 9).

Таблица 9

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

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

Сумму всех механических элементов размером < 0,01 мм называют **физической глиной**, а сумму частиц > 0,01 мм – **физическим песком**. Кроме того, выделяют мелкозем – сумма частиц < 1 мм и почвенный скелет – сумма частиц > 1 мм.

Отдельные группы механических элементов по-разному влияют на свойства почвы.

Камни и гравий представлены преимущественно обломками горных пород и реже отдельными минералами.

В группе песка и пыли преобладают первичные минералы – кварц, полевые шпаты, слюды и некоторые другие. Ил, наряду с

первичными минералами, содержит значительное количество вторичных минералов и гумус. Количество отдельных минералов и их соотношение в разных фракциях могут широко колебаться в зависимости от характера образования материнских пород и почв. Разные группы механических фракций существенно отличаются также по физическим и водно-физическим свойствам.

Практическим путем установлено, что с уменьшением размера механических элементов уменьшается содержание кремнезема и увеличивается содержание полуторных окислов (железа, алюминия), а также кальция, магния и др. Главная роль в физико-химических процессах, протекающих в почвах, принадлежит илистой фракции, особенно ее коллоидной части. Пылеватые и песчаные фракции поверхностно пассивны. Илистая фракция имеет большое значение в создании почвенного плодородия: в ней сосредоточено максимальное содержание гумуса и элементов зольного и азотного питания растений. Коллоидная часть этой фракции служит главным цементом почвенной структуры.

Таблица 10

**Классификация почв и пород по гранулометрическому составу
(по Н. А. Качинскому)**

Краткое название по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (< 0,01 мм), в %			Содержание физического песка (> 0,01 мм), в %		
	П О Ч В Ы			П О Ч В Ы		
	подзолистого типа почвообразования	степного типа почвообразования, а также красноземы и желтоземы	солонцы и сильносолонцеватые почвы	подзолистого типа почвообразования	степного типа почвообразования, а также красноземы и желтоземы	солонцы и сильносолонцеватые почвы
Песок рыхлый	0-5	0-5	0-5	100-95	100-95	100-95
Песок связный	5-10	5-10	5-10	95-90	95-90	95-90
Супесь	10-20	10-20	10-15	90-80	90-80	90-85
Суглинок легкий	20-30	20-30	15-20	80-70	80-70	85-80
Суглинок средний	30-40	30-45	20-30	70-60	70-55	80-70
Суглинок тяжелый	40-50	45-60	30-40	60-50	55-40	70-60
Глина легкая	50-65	60-75	40-50	50-35	40-25	60-50
Глина средняя	65-80	75-85	50-65	35-20	25-15	50-35
Глина тяжелая	>80	>85	>65	<20	<15	<35

Пользуясь этой классификацией, можно давать краткое и подробное определение почвы по гранулометрическому составу.

От гранулометрического состава почвы зависят физические, физико-механические и водные свойства почвы; пористость, влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность, структурность, воздушный и тепловой режимы и др.

С гранулометрическим составом связано также содержание в почве зольных элементов и азота, необходимых для питания растений.

Таким образом, знание гранулометрического состава позволяет до известной степени характеризовать свойства почв и их плодородие.

Почвы легкого гранулометрического состава – песчаные и супесчаные – легко поддаются обработке, обладают хорошей водопроницаемостью и благоприятным воздушным режимом, но бедны гумусом, элементами питания и имеют низкую влагоемкость.

Почвы суглинистые и глинистые отличаются от песчаных и супесчаных более высокой связностью и влагоемкостью, меньшей водопроницаемостью. Обработка суглинистых и глинистых почв требует больше энергетических затрат, поэтому их принято называть тяжелыми почвами, а песчаные и супесчаные – легкими.

В бесструктурном состоянии тяжелые почвы легко заплывают, образуют корку, труднопроницаемую для воды и воздуха, воздушный и тепловой режимы у них неблагоприятные, но в то же время тяжелые почвы обычно лучше обеспечены элементами питания, чем почвы легкого гранулометрического состава.

5.3. Каменистость почв

Каменистость почв учитывают и классифицируют в зависимости от количества в почве частиц > 3 мм (см. табл. 11).

Таблица 11

Классификация почв по каменистости (по Н. А. Качинскому)

<i>Частицы > 3 мм, в % (от массы почвы)</i>	<i>Степень каменистости почвы</i>	<i>Тип каменистости</i>
< 5,0	Некаменистая	Устанавливается по характеру скелетной части
0,5-5,0	Слабокаменистая	Почвы могут быть валунные, галечниковые, щебенчатые
5,0-10,0	Среднекаменистая	
> 10,0	Сильнокаменистая	

5.4. Практическое занятие. Определение гранулометрического состава почвы.

6. Физические свойства почвы

6.1 Основные вопросы

Образование почвы и ее структура. Создание, разрушение и восстановление структуры почвы. Агрономическое значение структурного состояния почвы. Общие физические свойства. Плотность сложения (объемная масса) почвы. Пористость (скважность) почвы. Физико-механические свойства почвы: связность, липкость, пластичность, набухание, спелость почвы, сопротивление при обработке. Зависимость свойств от гранулометрического состава, влажности и структуры почвы. Водные свойства и водный режим. Источники воды в почве. Формы воды и доступность ее растениям. Водные свойства почвы: водопроницаемость, влагоемкость. Полная (максимальная) влажность. Полевая (наименьшая) влажность, капиллярная влагоемкость. Гигроскопическая влажность. Капиллярная или водоподъемная способность. Испаряющая способность. Влажность завядания. Водный баланс почвы. Типы водного режима почвы. Влияние древесных насаждений на водный режим почвы. Регулирование водного режима. Гидрологическая роль зеленых насаждений в лесостепи и их водоохранное и почвозащитное значение. Почвенный воздух и воздушный режим почвы. Состав почвенного воздуха. Воздушные свойства почвы. Аэрация. Воздухоемкость. Воздухопроницаемость. Газообмен между почвой и атмосферой. Воздушный режим, его значение в почвообразовании и плодородии, приемы регулирования. Тепловые свойства и тепловой режим почвы. Источники тепла в почве. Отражательная способность почвы, лучепоглощение, лучеиспускание, теплоемкость, теплопроводность. Тепловой режим, его значение в почвообразовании и плодородии почв. Приемы регулирования теплового режима в открытом и защищенном грунтах.

6.2. Свойства почвы

6.2.1. Физические свойства почвы

Физические свойства почвы рассмотрим в табл. 12.

Таблица 12

Физические свойства почвы

<i>Удельный вес (УВ)</i>	<i>Объемный вес (плотность) (ОВ)</i>	<i>Пористость (скважность) (П)</i>
УВ почвы называют отношением веса ее твердой фазы к весу воды в том же объеме при 4°С. (УВ всякого вещества принято считать вес 1м ³ , выраженный в граммах). Прослеживается закономерность: УВ тем меньше, чем больше перегноя в почве. Например, бедные органическим веществом дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся на алюмосиликатных породах, имеют УВ 2,65-2,70, а богатые органическими компонентами торфяники имеют УВ 1,4-1,8	ОВ называется вес единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении (г/см ³). Величина ОВ (плотность) существенно влияет на водный, воздушный и тепловой режимы почвы, а следовательно развитие растений	П – это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. П выражается в % от общего объема почвы (25-80% – для минеральных почв, 80-90% – для торфяников). В зависимости от величины пор различают капиллярную и некапиллярную П (в сумме общая П). Общая П почвы вычисляется по показателям ОВ и УВ: $P = (1 - ОВ/УВ) 100 \%$ Экспериментально общая П определяется путем заполнения всех пор жидкостью, объем которой замеряют. Величина П зависит от структурности, плотности, гранулометрического и минералогического состава

– Между плотностью и пористостью имеется обратная зависимость: чем плотнее почва, тем меньше ее пористость.

– С обще пористостью также связаны такие важнейшие свойства, как водопроницаемость и воздухопроницаемость, влагоемкость и воздухоемкость, газообмен между почвой и атмосферой.

6.2.2. Физико-механические свойства почвы

Физико-механические свойства почвы рассмотрим в табл.13.

Таблица 13

Физико-механические свойства почвы

<i>Свойства</i>	<i>Характеристика</i>								
Пластичность	<p>Способность почвы изменять свою форму под влиянием какой-либо внешней силы без нарушения сплошности и сохранять приданную форму после устранения этой силы. (Проявляется только при влажном состоянии. Влияет гранулометрический состав и число коллоидной фракции.) Число пластичности: песок → 0, супеси < 7, суглинки 7 – 17, глины > 17.</p> <p>4 категории пластичности:</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>высокопластичные</td> <td>> 17</td> </tr> <tr> <td>пластичные</td> <td>17–7</td> </tr> <tr> <td>слабопластичные</td> <td>< 7</td> </tr> <tr> <td>непластичные</td> <td>0</td> </tr> </table>	высокопластичные	> 17	пластичные	17–7	слабопластичные	< 7	непластичные	0
высокопластичные	> 17								
пластичные	17–7								
слабопластичные	< 7								
непластичные	0								
Липкость	<p>Способность почвы прилипать к различным поверхностям (г/см²). (Увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество обработки. Увеличивается при увлажнении. Чем больше гумуса, тем меньше липкость. По гранулометрическому составу: у глин больше, чем у песков. Солонцеватые обрабатываются легче, чем не солонцеватые.) С липкостью связано такое важное агрономическое свойство, как <i>физическая спелость</i>. Когда у почвы при обработке исчезает свойство прилипать к с/х машинам и появляется способность крошиться на комки, такое состояние влажности отвечает физической спелости. Нижний предел влажности, при котором почва находится в состоянии спелости, различен. Он зависит от гранулометрического состава, поглощенных оснований и гумусированности почв. Кроме физической, выделяется в зависимости от температурного состояния <i>биологическая спелость</i> почвы, т. е. такое ее состояние, при котором активно проявляются биологические процессы (жизнедеятельность микроорганизмов, прорастание семян и др.).</p>								

<p style="text-align: center;">Набухание</p>	<p>Увеличение объема почвы при увлажнении. (Набухание выше у мелкоземистых почв, т. к. увеличиваются гидратные оболочки и состав обменных катионов. Измеряется в объемных процентах:</p> $V_{\text{наб}} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot 100,$ <p>$V_{\text{наб}}$ – процент набухания, V_1 – объем влажной почвы, V_2 – объем сухой почвы.)</p>
<p style="text-align: center;">Усадка</p>	<p>Сокращение объема почвы при высыхании. (Величина усадки зависит от тех же факторов, что и набухание.) Она изменяется в прямой зависимости от набухания, т. е. чем больше набухание, тем сильнее выражена усадка почвы. (Измеряют в объемных процентах по отношению к исходному объему:</p> $V_{\text{ус}} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot 100,$ <p>где $V_{\text{ус}}$ – процент усадки от исходного объема, V_1 – объем влажной почвы, V_2 – объем сухой почвы.)</p>
<p style="text-align: center;">Связность</p>	<p>Способность сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить частицы почвы. Вызывается связность силами сцепления между частичками почвы. (Степень сцепления обусловлена гранулометрическим и минералогическим составом, структурным состоянием, влажностью и характером ее с/х использования.)</p>
<p style="text-align: center;">Твердость</p>	<p>Сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела (шар, конус, цилиндр), определяют твердомерами ($\text{кг}/\text{см}^2$). Высокая твердость, например у тяжелых глин – 150–180, – признак плохих физико-химических и агрофизических свойств почвы. Зависит от влажности, структурности, от поглощенных оснований, гранулометрического состава, гумусированности.</p>
<p style="text-align: center;">Удельное со-противление</p>	<p>Усилие, затрачиваемое на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую поверхность ($\text{кг}/\text{см}^2$). Глина – 0,68; супесь – 0,18.</p>

6.2.3. Водные свойства

Категории почвенной влаги:

- 1) кристаллизационная (конституционная) влага,
- 2) твердая влага,
- 3) парообразная влага,
- 4) прочносвязанная влага,
- 5) рыхлосвязанная влага,
- 6) свободная влага.

Почвенно-гидрологические константы:

- 1) максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ),
- 2) максимальная гигроскопичность (МГ),
- 3) почвенная влажность устойчивого завядания растений (ВЗ),
- 4) наименьшая, или полевая, влагоемкость (НВ),
- 5) полная влагоемкость, или полная водовместимость (ПВ).

Водные свойства почв: сорбция воды, влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность.

Типы водного режима:

- 1) испарение меньше инфильтрации воды в почву – *промывной тип* водного режима,
- 2) испарение равно инфильтрации воды в почву – *непромывной тип* водного режима,
- 3) испарение больше инфильтрации воды в почву – *выпотной тип* водного режима.

6.2.4. Воздушные свойства

Воздухоемкость – часть объема почвы, которая занята воздухом при данной влажности.

Воздухопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воздух.

В почве: N_2 78–80%; O_2 0–21%; CO_2 0,03–20%.

6.2.5. Тепловые свойства

Дайте сравнительную характеристику таким понятиям, как: теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность.

6.2.6. Практическое занятие. Определение физических свойств почвы.

7. Почвенные коллоиды и поглощательная способность почвы

7.1. Основные вопросы

Понятие о почвенных коллоидах. Состав, строение и свойства почвенных коллоидов. Золь, гель. Коагуляция и пептизация почвенных коллоидов. Порог коагуляции. Значение коллоидов в плодородии почв. Понятие о поглощательной способности почвы. Виды поглощательной способности почв: механическая, физическая – молекулярная адсорбция, химическая, физико-химическая (обменная). Почвенный поглощающий комплекс. Емкость поглощения. Состав обменных катионов. Почвы, насыщенные и ненасыщенные основаниями. Реакция почвы, ее кислотность и щелочность. Актуальная (активная) кислотность. Потенциальная кислотность: обменная и гидrolитическая. Активная и потенциальная щелочность.

7.2. Понятие о почвенном растворе

Почвенный раствор представляет собой почвенную влагу, в которой растворены различные соединения из твердой фазы почвы, а также почвенные газы.

Методы изучения почвенного раствора



7.3. Понятие о поглощательной способности почв

Под *поглощательной способностью почв* понимают способность твердой фазы почвы поглощать и удерживать на своей поверхности ионы и молекулы веществ, растворенные в почвенной влаге, а также молекулы жидкостей и газов.

7.4. Понятие о почвенных коллоидах

Все почвенные коллоиды по своему составу делятся на *минеральные* (представлены вторичными минералами и полуторными окислами), *органические* (гумусовые вещества) и *органоминеральные* (частицы, образующиеся при взаимодействии минеральных и органических коллоидов).

Почвенные коллоиды представляют систему, состоящую из *дисперсной среды* – почвенного раствора и *дисперсной фазы* – твердых частиц почвы.

Коллоидный раствор носит название *золя*.

По отношению к жидкой фазе почвенные коллоиды делятся на *гидрофильные*, окруженные значительной жидкой оболочкой (кремниевая кислота), и *гидрофобные*, где коллоидные частицы связаны с малым количеством воды (гидроокись железа, минералы каолинитовой группы).

Все коллоидные частицы имеют определенный электрический заряд (большинство «–»). Понижение заряда до критического значения вызывает коагуляцию гидрофобных коллоидов. У гидрофильных коллоидов коагуляция связана с дегидратацией. Явление коагуляции определяется столкновением частиц и их сцеплением. (Вероятность столкновения зависит от температуры и концентрации, вероятность сцепления – от величины заряда и дегидратации.)

В результате коагуляции коллоидные частицы укрупняются, и в конечном счете может произойти выпадение частиц из раствора (седиментация). В этом случае возникают *гели* – слизистые, студенистые осадки, содержащие почвенный раствор.

В почве коллоиды находятся в состоянии геля, которые при высушивании склеивают песчаные и пылеватые частицы, образуют на них пленки и микроагрегаты.

Коллоидные частички имеют сложное строение.

Внутренняя часть их называется ядром и состоит из огромного количества молекул.

На поверхности ядра расположен ионогенный слой, состоящий из недиссоциированных молекул, связанных непосредственно с ядром, и молекул, способных к диссоциации. Эти последние молекулы в состоянии диссоциации образуют внутреннюю и внешнюю обкладку двойного электрического поля (рис. 5–8).

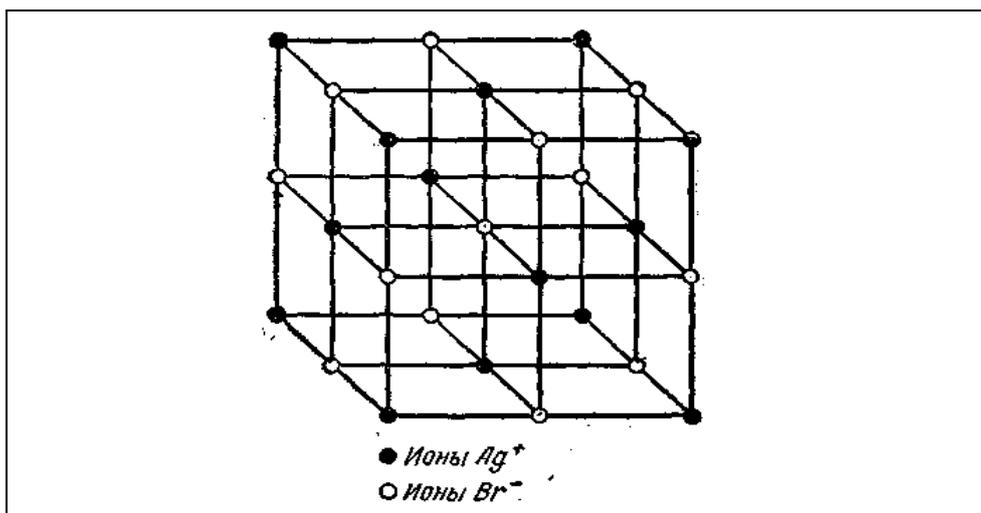


Рис. 5. Кубическая кристаллическая решетка бромистого серебра

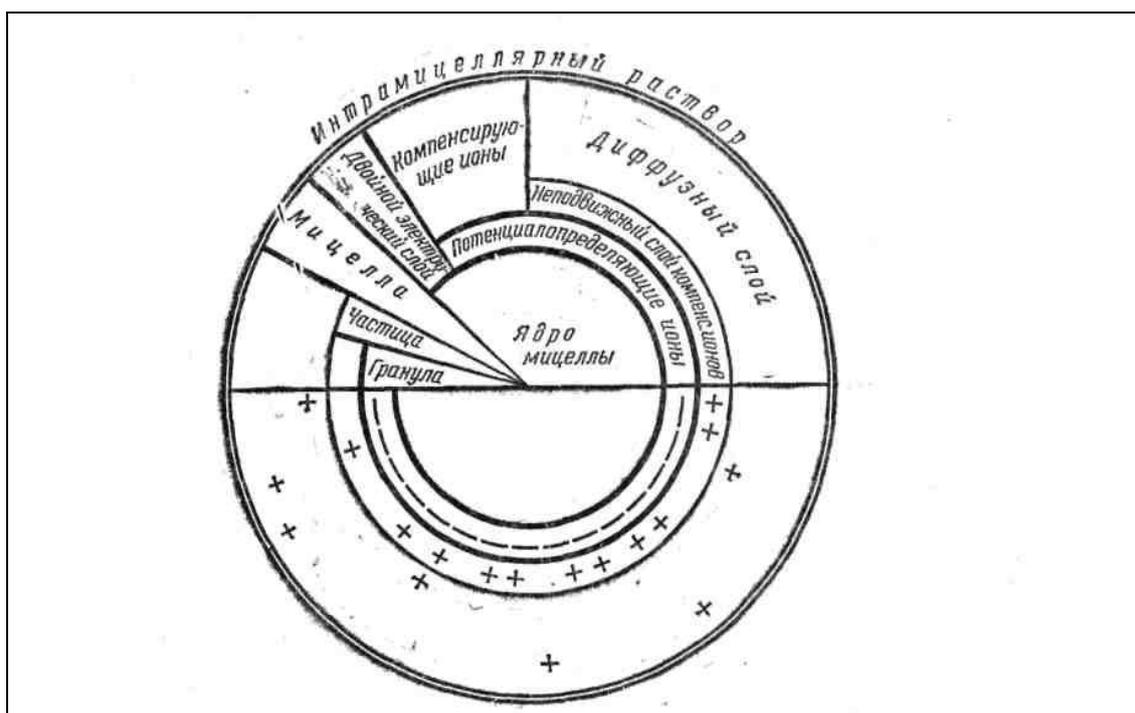


Рис. 6. Схема строения коллоидной мицеллы

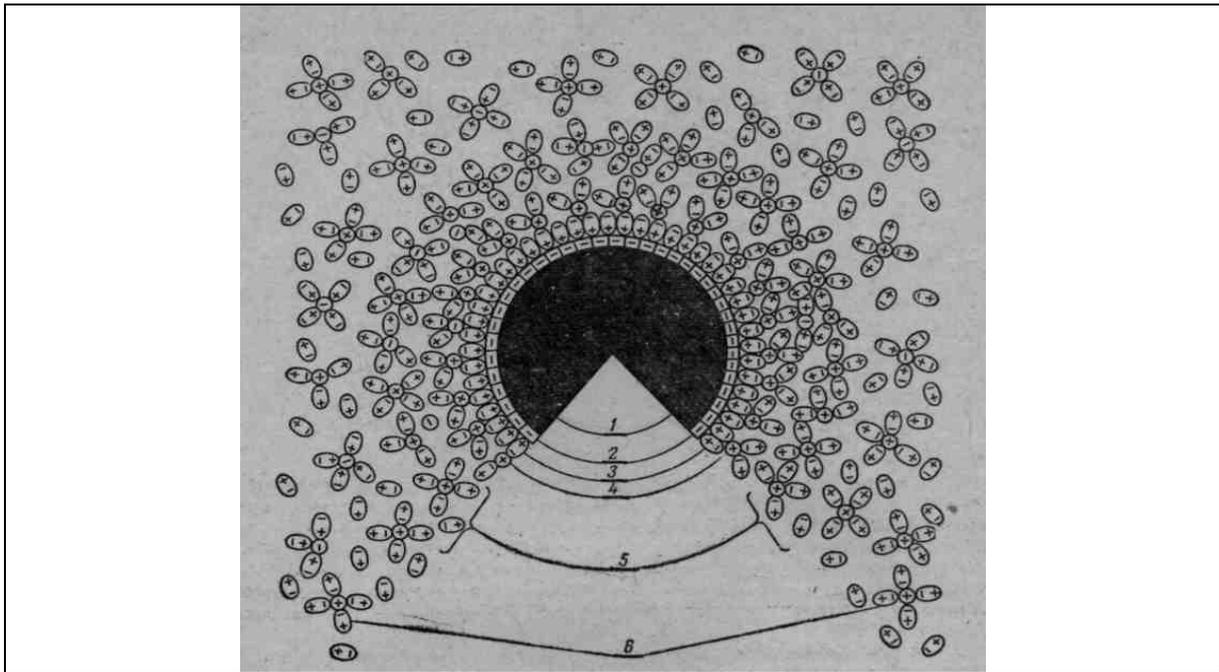


Рис. 7. Схема строения двойного электрического слоя вокруг дисперсной частицы: 1 – ядро; 2 – слой потенциалопределяющих ионов; 3 – адсорбционный слой воды; 4 – прочносвязанный слой противоионов (обменные ионы); 5 – подвижный (диффузный) слой противоионов; 6 – интермицеллярная жидкость

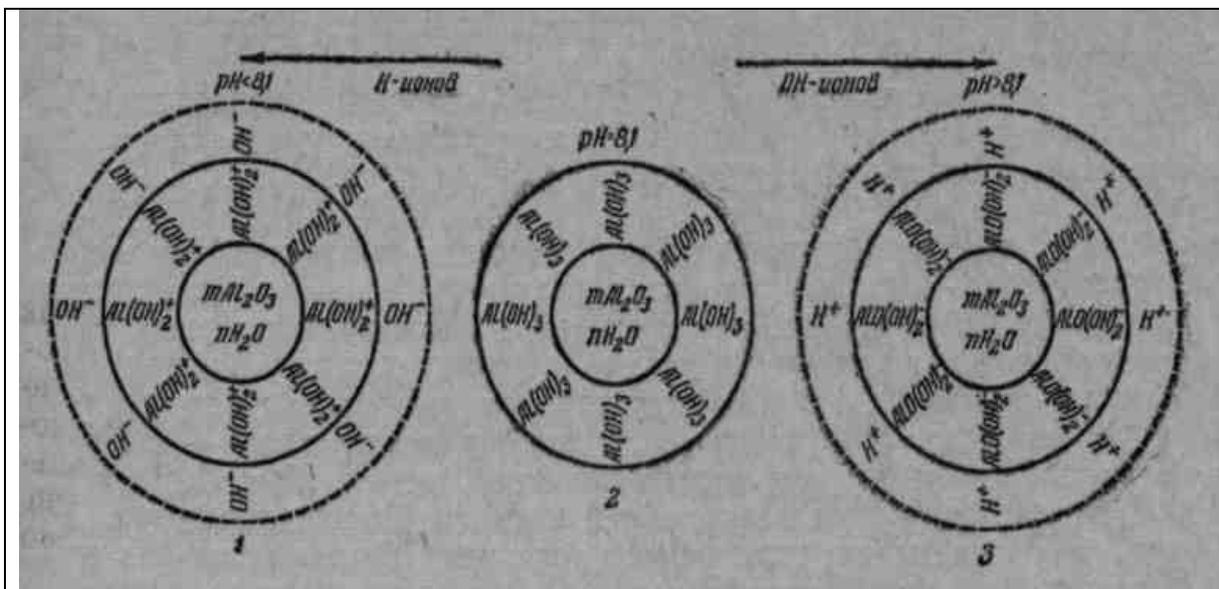


Рис. 8. Поведение амфотерного коллоида в зависимости от реакции среды: 1 – коллоид электроположителен, содержит обменные анионы; 2 – коллоид электронейтрален; 3 – коллоид электроотрицателен, содержит обменные катионы

В результате присоединения ионов к поверхности кристаллической решетки вокруг коллоида возникает слой катионов или анионов, притянутых из окружающего раствора. Каждый притягиваемый ион несет электрический заряд, который не полностью расходуется на связь с поверхностными ионами кристаллической решетки. Остающийся избыток электрической энергии сообщает кристаллу (коллоиду) электрический заряд. Ионы, закрепленные на коллоиде силами остаточных валентностей, составляют внутренний электрический слой частицы – **потенциалопределяющий слой**. В результате различия зарядов коллоида с потенциалопределяющим слоем и окружающего раствора возникает разность потенциалов, которая носит название **электростатического или термодинамического потенциала**.

Коллоидная частица, обладая высоким потенциалом, не может существовать в растворе в таком виде. Избыток электрической энергии, сообщенной частице потенциалопределяющим слоем, компенсируется притягиванием из окружающего раствора ионов с противоположным знаком заряда. Эти ионы образуют вокруг коллоидной частицы второй, внешний слой, называемый **слоем противоионов, или компенсирующих ионов**. Разность потенциалов той части жидкости, которая непосредственно связана с поверхностью коллоида и в которой сосредоточены прочно удерживаемые компенсирующие ионы, и окружающего раствора получила название **электрокинетического потенциала, или дзета-потенциала**. Коллоидную частицу вместе с внутренним и внешним слоями ионов называют **мицеллой**.

Ядро мицеллы вместе со слоем потенциалопределяющих ионов, прочно удерживаемых силами остаточных валентностей, называется **гранулой**. Компенсирующие ионы располагаются вокруг гранулы двумя слоями. Ядро мицеллы вместе со слоями потенциалопределяющих ионов и неподвижных компенсирующих ионов называется **коллоидной частицей**. Между коллоидной частицей и окружающим раствором возникает электрокинетический потенциал, под влиянием которого находится второй слой компенсирующих ионов – **диффузный слой**.

В приведенных схемах коллоидной мицелле для наглядности придана шарообразная форма. В действительности коллоидные частицы имеют вид пластинок, дисков, палочек, иголок.

Коллоидная мицелла характеризуется электронейтральностью. Но в связи с тем что основная масса ее принадлежит грануле, заряд последней рассматривается как заряд всего коллоида. В природных условиях возникновение заряда на поверхности коллоида обусловлено либо присоединением ионов, либо их диссоциацией в окружающую среду.

Благодаря высокому потенциалу электрического поля, созданного слоем потенциалопределяющих ионов, около поверхности гранулы образуется слой ориентированных (дипольных) молекул воды.

Одним из важнейших *свойств коллоидов* является их способность в определенных условиях среды диссоциировать в окружающий раствор ионы, удерживаемые электрокинетическими силами. Некоторые коллоиды могут менять знак своего заряда. Коллоидная мицелла представляет собой агрегат, у которого на поверхности находятся ионогенные группы. Аморфные коллоиды (гидраты окислов железа, алюминия, белки), а также комплексные коллоиды, состоящие из кристаллических коллоидов, покрытых пленкой аморфных веществ, имеют на поверхности группы, которые в зависимости от реакции раствора ведут себя то как кислоты, то как основания. Например, в таких условиях гидроокись алюминия ведет себя как основание и диссоциация идет по уравнению:



В условиях щелочной реакции в растворе проявляется высокая концентрация гидроксил-ионов, что приводит к подавлению диссоциации ОН-ионов. В этих условиях гидроокись алюминия ведет себя как кислота и диссоциация идет по уравнению:



Вследствие наличия электрических зарядов коллоидные частицы обладают свойством взаимодействовать с молекулами дисперсионной среды. В природных условиях почвенные коллоиды способны взаимодействовать с водой, то есть гидратироваться. Молекула воды, приближаясь к заряженной коллоидной частице, изменяет свою электронную оболочку и приобретает форму диполя.

Способность коллоидов к диссоциации ионов обуславливает физико-химическое поглощение катионов и анионов из почвенного раствора. Гидрофильность проявляется в физико-механических свойствах почвы – набухании и усадке. Гидрофобные коллоиды быстрее теряют агрегативную устойчивость, укрупняются

и оседают из раствора (коагулируют), то есть происходит потеря водной оболочки – дегидратация (высушивание почвы, замораживание). С агрегативной устойчивостью коллоидных систем связана их способность перемещаться с током воды по профилю почвы и формировать иллювиальные горизонты.

7.5. Виды поглотительной способности почв

Чем больше выражена поглотительная способность почв по отношению к основаниям и кислотам, тем выше плодородие почв!

Виды поглотительной способности почв рассмотрим в табл. 14.

ПШК – совокупность коллоидов почвы, способных к реакциям обмена, называется **почвенным поглотительным комплексом**.

7.6. Поглощение почвами катионов

Обменное поглощение катионов – Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , NH_4^{+} , Al^{3+} , Fe^{3+} и H^{+} – способность поглощения возрастает с увеличением атомного веса и валентности катионов.

Необменное поглощение катионов:

катионы кристаллических решеток \Leftrightarrow катионы необменные \Leftrightarrow катионы обменные \Leftrightarrow катионы почвенного раствора

Состав обменных катионов и емкость поглощения

Состав обменных катионов различных почвенных типов неодинаков, зависит от природных условий и особенностей почвообразовательного процесса.

<i>Тип почвы</i>	<i>Обменные катионы</i>
Черноземы	Ca, Mg
Подзолистые и дерново-подзолистые	Ca, Mg, H, Al
Солонцы и солонцеватые	Na
Красноземы	H, Al

Суммой поглощенных оснований (S) называют общее количество поглощенных оснований Ca, Mg, Na, K, NH_4 (выражается в миллиграмм-эквивалент/ 100 г почвы).

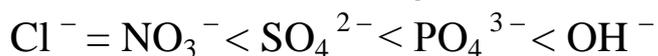
Суммарное количество способных к обмену поглощенных катионов называется **емкостью поглощения почвы (E)**, выражается в миллиграмм-эквивалент/100 г почвы.

Таблица 14

Виды поглотительной способности почв

<i>Механическая</i>	<i>Биологическая</i>	<i>Физическая</i>	<i>Химическая</i>	<i>Физико-химическая</i>
<p>Обуславливается свойством почвы не пропускать через себя частицы, взмученные в фильтрующей воде. Механическое поглощение увеличивается по мере заиливания почвы (у тяжелых больше, чем у песчаных). Применение – фильтрация воды.</p>	<p>Под БПС понимают закрепление веществ в телах организмов (растения, микроорганизмы, животные, обитающие в почве). Особенность – избирательное усвоение из растворов важных для организмов веществ. Благодаря этому в верхних горизонтах почв вместе с гумусом аккумулируются N, P, Ca и др. химические элементы.</p>	<p>(Аполярная адсорбция). Означает изменение (увеличение или уменьшение) концентрации молекул растворенного вещества в пограничном слое раствора, окружающем почвенные коллоиды. Обуславливается свободной поверхностной энергией почвенных частиц, зависит от количества коллоидов почвы и их качества (первичные или глинистые минералы).</p>	<p>Это способность почвы закреплять в форме труднорастворимых соединений ионы, поступающие в раствор.</p> <p>$Fe(OH)_3 + H_3PO_4 \rightarrow FePO_4 + 3H_2O$</p> <p>труднорастворимое соединение.</p>	<p>Связана с адсорбцией ионов в двойном электрическом слое коллоидов. К. К. Гедройц ее назвал обменной.</p> <p>$\left[\begin{array}{c} \text{ПК} \\ \text{Ca}^+ \\ \text{Mg}^+ \\ \text{H}^+ \end{array} \right] + 5\text{KCl} \leftrightarrow$</p> <p>$\leftrightarrow \left[\begin{array}{c} \text{ПК} \\ \text{K}^+ \\ \text{K}^+ \\ \text{K}^+ \end{array} \right] +$</p> <p>+ CaCl₂ + MgCl₂ + HCl</p> <p>(катионы обмениваются).</p>

7.7. Поглощение почвами анионов



Нитраты и хлориды вымываются, сульфат-ион, фосфаты поглощаются химически, связываясь с Cu, Fe, Al, Mg, образуют труднорастворимые в воде соединения.

7.8. Почвенная кислотность и щелочность

7.8.1. Почвенная кислотность

Почвенная кислотность вызывается ионами водорода. В зависимости от того, в каком состоянии находятся в почве Н-ионы, различают *актуальную* (активную) и *потенциальную* (скрытую) формы кислотности.

Реакция почвенного раствора определяется концентрацией свободных Н⁺ и ОН-ионов и характеризуется по величине рН (представляющей отрицательный логарифм активности Н⁺-ионов).

рН = 7	–	нейтральная реакция
рН < 7	–	кислая реакция
рН > 7	–	щелочная реакция

7.8.2. Щелочность почв

Щелочность почв различают *актуальную* и *потенциальную*. Актуальная обычно выражается величиной рН (обусловлена наличием в почвенном растворе гидролитически щелочных солей – Na₂CO₃, NaHCO₃, CaCO₃ и др.).

7.9. Поглощение почвой газов и паров

Кроме молекул, катионов, анионов, поглощаемых почвой из жидкой фазы, происходит поглощение молекул веществ из газообразной фазы (О, Н, N, СО₂). Все эти газы (при определенных условиях) могут адсорбироваться почвой. Адсорбция газов наблюдается только в сухих участках почвы. (В основе явлений адсорбции заключены электрические силы поверхности частиц.) Газы адсорбируются на поверхности частиц с возрастающей интенсивностью в следующем порядке:

кислород = водород < азот < углекислый газ.

Так как пары аммиака и воды могут не только сгущаться на поверхности почвы, но и сжижаться в ее порах, они сорбируются с большей силой, чем газы.

Газы и пары адсорбируются на поверхности почвенных коллоидов целыми молекулами, подчиняясь законам физической поглотительной способности почв.

8. Химические свойства почвы и ее плодородие

8.1. Основные вопросы

Химические свойства почвы. Влияние химического состава почвы на ее плодородие. Содержание питательных элементов в подвижных (доступным растениям) формах. Превращение питательных веществ в почве. Состав и концентрация почвенного раствора. Вредные для растений вещества в почве и их устранение. Реакция и буферность почвенного раствора. Значение почвенного раствора в почвообразовании и питании растений. Понятие о плодородии. Виды плодородия. Естественное, потенциальное, искусственное плодородие. Эффективное плодородие и пути его повышения. Основные показатели плодородия: мощность гумусового горизонта, сложение почвы, реакция, гранулометрический состав, запас питательных веществ.

8.2. Минеральная часть почвы

Источник минеральных соединений почвы – горные породы!

В составе почв обнаружены почти все известные химические элементы. Химический состав почв находится в состоянии постоянного изменения в соответствии с непрерывностью процессов выветривания и почвообразования.

Химические элементы в почвах находятся в составе различных соединений.

Кислород входит в состав большинства первичных и вторичных минералов почв, является одним из основных элементов органических соединений и воды.

Кремний (наиболее распространенная форма – кварц (SiO_2)) – минерал, устойчивый к выветриванию. Кремний входит в состав силикатов, алюмо- и ферросиликатов. Растворенный кремнезем используют растения (злаки). Часть вымывается, часть образует гели.

Алюминий входит в состав первичных и вторичных минералов.

В кислой среде гидроокись алюминия $Al_2O_3 \cdot n H_2O$ становится более подвижной и образуются ионы алюминия $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)^{2+}$, что отрицательно сказывается при росте растений. При соединении с органическими кислотами образуются подвижные комплексные соединения, способные передвигаться по профилю.

Железо – элемент, необходимый для жизни растений, без него не образуется хлорофилл. Входит в состав группы ферросиликатов, в виде гидрокислот, окислов, простых солей. Доступные для растений формы: $FeCO_3$, $Fe(HCO_3)_2$, $FeSO_4$.

Гидроокись железа, вступая в реакцию с органическими соединениями, образует подвижные формы, которые способны перемещаются по профилю как Al .

Азот исключительно важный биогенный элемент; он входит в состав белков, содержится в хлорофилле, нуклеиновых кислотах и других органических веществах живой клетки. Основная масса азота почв сосредоточена в органическом веществе.

Азот доступен растениям в форме минеральных соединений – аммония, нитратов, нитритов, которые освобождаются при разложении азотистых органических веществ по схеме: органическое вещество – аминокислоты – амиды – аммоний – нитриты – нитраты.

Нитриты – промежуточный продукт, его почти нет в почве.

Аммонийный NH_4 и нитратный азот NO_3 – основная форма азотистых соединений, которыми питаются растения. NH_4 легко поглощается почвой и переходит в недоступные формы, а NO_3 не поглощается почвой, но вымывается или переходит в азот атмосферы. Обеспеченность растений азотом зависит от скорости разложения минерализующихся веществ (по содержанию в растениях азот занимает первое место).

Фосфор входит в состав многих органических соединений, без которых невозможна жизнедеятельность организмов. Растения содержат десятые доли процента P_2O_5 на сухое вещество, но он является источником энергии. В почве находится в составе органических и минеральных соединений. (Усваиваются минеральные фосфаты.)

Наиболее благоприятная реакция среды для усвоения растениями фосфат-ионов слабокислая (рН 6–6,5). (Применение фосфорных удобрений целесообразно на всех почвах.)

Сера входит в состав белков и эфирных масел.

Сульфаты K, Na, Mg хорошо растворимы в воде, слабо поглощаются почвенными коллоидами (SO_4^{2-}).

Калий осуществляет важные физиологические функции в организме. В тяжелых почвах его содержится больше, чем в легких. Основная часть сосредоточена в кристаллических решетках первичных и вторичных минералов. В почве находится в виде солей.

Кальций и магний осуществляют важные физиологические процессы. Магний входит в состав хлорофилла. При недостатке необходимо известкование, гипсование почв.

8.3. Микроэлементы почвы

Микроэлементами условно называют те химические элементы, которые содержатся в почве и в биологических объектах в *незначительных количествах*. К ним относят такие элементы, как бор (B), марганец (Mn), молибден (Mo), медь (Cu), цинк (Zn), кобальт (Co), йод (I), фтор (F) и др.

Микроэлементы выполняют важную физиологическую и биохимическую роль в жизни растений, животных и человека; они входят в состав витаминов, ферментов, гормонов. Ненормальное (избыточное или недостаточное) содержание микроэлементов в кормах и продуктах питания приводит к нарушению обмена веществ и развитию тяжелых заболеваний у животных и человека. Недостаток микроэлементов в почве резко снижает урожай растений и его качество. Например, при недостатке меди в почвах наблюдается полегание растений, невызревание их и резкое снижение урожайности. При недостатке бора затрудняется прорастание пыльцевых трубок, опадает завязь, снижается урожай семян, растения поражаются болезнями (гниль сердечка сахарной свеклы, бактериоз льна). При недостатке цинка развивается «розеточная болезнь» листопадных деревьев.

Содержание микроэлементов в почвах

В ходе выветривания и почвообразования одни микроэлементы накапливаются в почвах, другие, наоборот, вымываются, теряются.

Основным источником микроэлементов в почвах являются почвообразующие породы. Обогащение почв микроэлементами в 10, 100 и 1000 раз по сравнению со средним их содержанием наблюдается вблизи месторождений полезных ископаемых (молибденовых, медных, никелевых и др.).

Некоторые микроэлементы (I, B, F, Se) могут поступать в

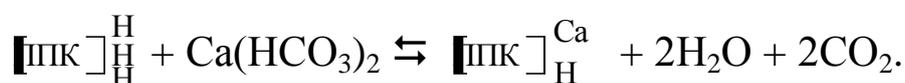
почву с газами атмосферы, дымами вулканов и с метеорными осадками, причем для таких микроэлементов, как J, F, этот источник поступления в почву является главным.

Микроэлементы могут поступать в почву и при внесении ядохимикатов в целях борьбы с болезнями и вредителями растений.

8.4. Буферность почвы

Изменение реакции почвенного раствора на разных почвах происходит неодинаково. Буферной способностью, или **буферностью**, называют способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора.

Уменьшают кислотность почвы известкованием:



Избыточная щелочность устраняется гипсованием:



8.5. Плодородие почвы

Почва обладает важнейшим свойством – плодородием – и характеризуется уникальностью свойств живого и неживого природного тела. Входя в состав биосферы земли, почва накапливает биологически важные минеральные элементы, аккумулирует лучистую энергию Солнца в форме органического вещества, преимущественно гумуса, обеспечивает равновесное течение круговорота веществ и энергии в природе, удерживает воду, воздух и тепло. Благодаря этим и ряду других процессов, формируется и развивается плодородие почвы, под которым в земледелии понимают «совокупность свойств почвы, обеспечивающих необходимые условия для жизни растений» (ГОСТ 16265-89).

В сравнении с такими оборотными средствами сельскохозяйственного производства, как постройки, скот, машины, орудия и т. п., которые по мере изнашивания нуждаются в замене, почва не только не утрачивает своего плодородия, но, напротив, при разумном хозяйствовании ее плодородие может быть существенно повышено. Следовательно, плодородие не является неизменным застывшим

свойством, определяемым только природными процессами.

Разнокачественность почв как целинных, находящихся под естественной растительностью, так и пахотных, подвергающихся систематической обработке, приводит к необходимости различать следующие *виды ее плодородия*: естественное, искусственное, потенциальное и эффективное.

Естественным, или природным, плодородием обладает всякая почва, поскольку она является продуктом протекающего на данной территории процесса почвообразования в конкретных природных условиях. Естественное плодородие встречается только на целинных, еще не вовлеченных в с/х оборот землях.

Искусственное плодородие проявляется на всех земельных участках, которые затронуты хозяйственной деятельностью человека, но наиболее четко оно выражено на пахотных землях, т. к. почва конкретного участка при целенаправленной человеческой деятельности становится не только средством производства, но и продуктом человеческого труда.

Несмотря на тесную взаимосвязь и даже взаимозависимость, высокий уровень естественного плодородия еще не гарантирует высокое искусственное плодородие. И напротив, низкое естественное плодородие не является тормозом в последовательном повышении искусственного плодородия почвы конкретного поля.

Потенциальное плодородие (иногда называют возможным, пассивным) является, в известной мере, отражением естественного плодородия целинных участков или естественного и искусственного плодородия пахотных и других сельскохозяйственных угодий. Потенциальное плодородие оценивают по содержанию в почве элементов минерального питания растений, по ее агрофизическим, агрохимическим и другим свойствам. (Потенциальное плодородие как бы выражает возможный уровень естественного и искусственного плодородия почвы, которые еще не реализованы в с/х производстве.)

Под ***эффективным плодородием*** почвы понимают полноту реализации в конкретных производственных условиях потенциального плодородия почвы. Уровень эффективного плодородия оценивают по урожайности возделываемых культур или по результатам экономической деятельности хозяйства. Эффективное плодородие сильно зависит от видов выращиваемых культур,

принятой для них агротехники, степени интенсификации земледелия, организационно-экономических возможностей хозяйства и т. п. Поэтому эффективное плодородие еще называют *действительным, или экономическим*.

Таким образом, плодородие как важнейшее свойство почвы весьма динамично и при научном рациональном ведении хозяйства может неуклонно повышаться, окупая вложенный труд возрастающей продуктивностью культурных растений.

9. Почвы региона

9.1. Основные вопросы

Классификация почв и закономерности распространения их в России. Почвы тундровой зоны. Почвы таежно-лесной зоны. Граница и площадь зоны. Условия почвообразования. Специфическая роль деревянистой растительной формации. Подзолообразовательный процесс. Подзолистые почвы, их строение, свойства и классификация. Дерновый процесс почвообразования. Дерново-подзолистые почвы, их строение, свойства и классификация. Дерновые почвы, их строение, свойства и классификация. Дерново-карбонатные почвы. Болотные почвы. Почвы лесостепной зоны. Почвы степной зоны. Почвы зоны сухих степей. Происхождение каштановых и бурых почв. Засоленные и осолодевшие почвы. Солончаки. Солонцы. Солоди. Почвы зоны пустынных степей и пустынь. Почвы речных пойм и влажных субтропиков. Почвы горных областей. Изменение почвенного покрова в современных условиях. Охрана почвы.

9.2. Практическое занятие. Изучение почв региона.

10. Почвогрунты городов и населенных пунктов. Заменители почвы.

Земляные смеси для закрытого грунта

10.1. Основные вопросы

Особенности городских условий, влияющих на почвенные процессы. Характеристика почвогрунтов, сформировавшихся под влиянием антропогенного фактора (деятельности человека). Искусственные почвы: насыпные, перемешанные, засоренные строительным, бытовым мусором и промышленными отходами. Вредные вещества в городских почвах. Важнейшие мероприятия по повышению плодородия городских почвогрунтов. Заменители почвы. Их роль в озеленении. Классификация почвозаменителей: (инертные, химически активные, гидрофильные и гидрофобные субстраты и т. д.). Рекультивация промышленных выработок карьеров, терриконов и др. Основные земли для составления земляных смесей, их заготовка и характеристика: дерновая, листовая и хвойная, перегнойная, торфяная, компостная, вересковая. Приготовление и хранение основных земляных смесей. Подсобные субстраты для земляных смесей: песок (речной, морской, горный), мох, папоротниковые корни, древесный уголь.

10.2. Почвовгрунты

Торф – это органическая порода, которая образуется в результате биохимического процесса разложения (отмирания и неполного распада растительных остатков) в условиях избыточного увлажнения и затруднённого доступа кислорода. Иными словами, это процесс разложения органических остатков и синтез новых веществ. От почвы торф отличается по содержанию в нём органических соединений (не менее 50% по отношению к абсолютно сухой массе). Перегной (гумус) придает торфу тёмную окраску. Относительное содержание в общей массе торфа продуктов распада растительных тканей, утративших клеточную структуру, называют степенью разложения торфа. Различают торф слаборазложившийся (до 20%), среднеразложившийся (20–35%) и сильно разложившийся.

Торф имеет сложный химический состав, который определяется условиями генезиса, химическим составом растений-торфообразователей и степенью разложения.

Основные элементы органической части торфа: углерод 50–60%, водород 5–6,5%, кислород 30–40%, азот 1–3%, сера 0,1–1,5% (иногда 2,5) на горючую массу.

В соответствии с составом исходного растительного материала, условиями образования торфа и его физико-химическими свойствами торф относят к одному из 3 типов: верховому, переходному и низинному.

Дерновая земля. Кислотность 7–7,5. Дерновая земля может быть использована для большинства комнатных растений. Она относительно тяжелая, но пористая и упругая. Содержит много растительных остатков и богата питательными веществами, которые используются растениями до 2–3 лет.

В зависимости от гранулометрического состава почвы участка, откуда берут дернину, различают легкую или тяжелую дерновую землю. Дерновые земли (тяжелая и легкая) отличаются от остальных земель невысоким содержанием органического вещества и меньшим количеством гумуса и азота. Характеризуются высокой водоподъемной способностью и низкими влагоемкостью и водопроницаемостью. По кислотности и наличию основных элементов питания дерновые земли схожи с компостной землей.

Лучшая дерновая земля получается с хороших злаково-клеверных лугов и пастбищ. Нельзя заготавливать дерновую землю на заболоченных, кислых и солонцовых почвах. Если дерновой земли надо немного, достаточно взять хорошую дернину, изрубить ее и просеять через решето. Заготовку больших количеств дерновой земли производят в июне-июле на клеверищах или лугах, где росли бобовые или злаковые растения. Дерн снимают пластами 8–10 см и складывают в штабеля, травой вниз. Иногда для повышения питательности дерновой земли, обогащения ее азотом и ускорения перепревания на вырезанные дерновые пласты кладут слой навоза и для нейтрализации излишней кислотности добавляют известь. В течение лета штабель пару раз перемешивают, поливая навозной жижой. Дерновая земля готова к использованию уже весной следующего года, но лучшая дерновая земля будет через два года. Перед употреблением ее разрыхляют, т. к. она сильно слеживается за время «приготовления». И обязательно убирают с открытого воздуха, т. к. оставленная под открытым небом она теряет свои качества – питательность, пористость, упругость и др.

Дерновая земля входит почти во все земляные смеси для комнатных растений.

Дерново-торфяная земля. Дерново-торфяную землю готовят из дерна, взятого с торфяных лугов. В чистом виде ее используют при выращивании гортензий, азалий, камелий и др.; в смесях – для многих оранжерейных растений, посева семян, укладке нижнего слоя при черенковании, а также мульчировании почвы и изготовлении торфоперегнойных горшочков.

Перегнойная (навозная) земля. Представляет собой однородную легкую, рыхлую массу, содержащую основные элементы питания с преобладанием азота в легкоусвояемой форме. Кислотность около 8. Содержит около 1,2–1,7% азота, 1,3–2,4 фосфорной кислоты, 1–1,7 калия и 2,1% кальция – в зависимости от вида перегнившего навоза. Она улучшает физические и химические свойства земляных смесей, являясь прекрасным удобрением. Как наиболее деятельная часть всех земляных смесей перегнойная земля способствует хорошему росту растений. Она очень ценна для растений, не переносящих свежего навоза. Обычно ее смешивают с дерновой землей для придания последней легкости и быстроты усвоения азота растениями.

Для приготовления перегнойной земли осенью вычищенный из парников навоз, укладывают в такие же штабеля, как и для дерновой, и через 1–2 года, при обязательном перелопачивании и увлажнении, она готова к употреблению. Для заготовки перегнойной земли можно брать и свежий навоз, который укладывают в штабель в затененном месте сроком на 1–3 года. Из навоза крупного рогатого скота перегной получается тяжелый, из навоза лошадей и овец – более легкий. В течение лета такой штабель увлажняют и перемешивают 1–2 раза. На открытом воздухе держат один год. После этого перегнойную землю пропускают через мелкий грохот и хранят в закрытом помещении.

Используется для большинства горшечных культур и выращивания рассады.

Лиственная земля. Лиственная земля легкая, рыхлая и довольно питательная. Кислотность 5–6. Она не является основной землей для многолетних растений; обычно ее добавляют в смеси тяжелых земель. Примесь такой земли делает тяжелую дерновую землю более рыхлой. Ее используют при посевах многих растений, в особен-

ности имеющих мелкие семена (примулы, бегонии, глоксинии, эвкалипты и др.), и в тех случаях, когда растения не переносят навозного перегноя (примула, цикламен, бегонии, глоксиния, камелия, мирт). Листовую землю в смеси с торфяной землей и песком можно использовать как заменитель вересковой земли.

Лиственная земля заготавливается из опавших листьев яблонь, груш, клена, вяза, тополя. Не следует использовать листья дуба, ивы и других пород, богатых дубильными веществами. Листья хвойных пород годны только для некоторых видов растений (хвойных, вересковых и др.). Опавшие листья, собранные осенью, надо выдержать в кучах два года. В течение этого времени кучи несколько раз перелопачивают для равномерного перегнивания. При перелопачивании полезно внести известь. Разложение листьев идет быстрее, если они лежат рыхло, систематически увлажняются навозной жижей, вместе с которой вносится много необходимых для перегнивания микроорганизмов. В некоторых случаях для изготовления листовой земли используют листовую подстилку, снимая 2–5 см верхнего слоя.

Торфяная земля. Рыхлая и легкая, прекрасно удерживает влагу и не содержит вредных кислот, выветривающихся из торфа при его разложении. Питательные свойства торфяной земли слабее, чем торфа. Дернины верхового торфа содержат 1–5% зольных элементов, 95–98% органических веществ, их кислотность 2,8–4,5. Применяется как примесь к другим питательным землям: дерновой тяжелой земле придает легкость и рыхлость, а песчаным – связанность и влагоемкость, т. е. оказывает то же действие на садовые смеси, что и неразложившийся торф в условиях открытого грунта, являясь, кроме того, еще и прекрасным удобрением. Получают торфяную землю в результате разложения торфа верховных болот, сложенного на 2–3 года в кучи и пролежавшего на воздухе не менее года. Укладывают торф в штабеля или кучу высотой 40–60 см, пересыпая известью по 3–4 кг и фосфорной мукой по 10–15 кг на 1 м³. В течение лета торф 2–3 раза перемешивают и поливают водой или навозной жижей.

Вересковая земля. Вересковая земля применяется при выращивании ограниченных видов растений рододендронов, камелий, орхидей, папоротников, глоксиний, марант, вереска (эрики). Заготавливают ее непосредственно из мест густых зарослей верес-

ска. Снимают подстилку слоем в 5 см, складывают в кучи и в течение двух лет обрабатывают как листовую, перед употреблением просеивают. По своим свойствам и использованию вересковая земля очень близка к листовенной земле, однако более легкая и нежная. Содержание азота, фосфора и калия в ней самое низкое из всех приведенных садовых земель. По влагоемкости (149,3%), водопроницаемости и водоподъемности она ближе всего к листовенной и торфяной землям.

Обычно ее примешивают к дерновой и перегнойной. Вересковая земля в настоящее время теряет свое значение и заменяется смесью, состоящей из 2 частей листовой, 3–4 частей торфяной земли и 1 части песка.

Песок. Для земляной смеси используют крупный чистый речной или озерный песок. Нельзя брать карьерный, мелкий красный песок, содержащий вредные для растений закисные соединения железа. Песок должен быть очищен от ила, глинистых и различных других частиц путем предварительного промывания его 3–5 раз простым взбалтыванием в чистой воде и сливания взвеси. Песок добавляют в земляные смеси в количестве 1/5–1/10 общего объема. Он придает земляным смесям рыхлость и пористость, что обеспечивает проникновение воды и воздуха к корням растений, препятствует развитию мха, грибов и водорослей в ящиках, плошках и на стеллажах с посевами и черенками.

Но при этом песок имеет и недостатки. Во-первых, он имеет большой вес. Во-вторых, песок оседает в нижней половине горшка, излишне утрамбовывая субстрат и препятствуя таким образом поступлению воздуха к корням. И в-третьих, он абсолютно не удерживает ни воду, ни питательные вещества. Поэтому при добавлении этого компонента нужно знать меру, а еще лучше использовать перлит и вермикулит.

Сфагнум. Кислотность примерно 4. Это мох, растущий на влажных местах в лесу или болоте. Земляные смеси, включающие сфагнум, имеют высокую воздухо- и влагопроницаемость. Земляной ком увлажняется равномерно, не образуется застой воды. Субстрат долго остается рыхлым и легким. Прекрасно подходит для образования новых корней у молодых растений. Мхом обвязывают основание стволов пальм, чтобы содействовать развитию новых придаточных корней. В смеси из речного песка и рубленого мха проращи-

вают крупные семена тропических растений. Мох добавляют к субстрату при культивировании орхидных, бромелиевых (ананас, бильбергия), насекомоядных, ароидных растений (антуриум, диффенбахия, монстера), а также при выгонке ландышей.

Сфагнум не содержит питательных веществ, имеет кислую реакцию (кислотность 3–4). Способность мха впитывать и удерживать воду (некоторые виды сфагнома впитывают влаги в 20 раз больше собственного веса) позволяет обеспечить необходимую влажность почвы. Рубленый сфагнум используется в качестве компонента земляного субстрата, но также может быть применен для укрытия поверхности почвы – таким образом дополнительно повышается влажность воздуха вокруг растений. Также мох впитывает в себя излишки солей и при этом легко может быть заменен по мере засаливания.

Известны прекрасные бактерицидные свойства сфагнома. Благодаря содержащемуся в нем сфагнолу, особому противогнилостному веществу, сфагнум препятствует загниванию корневой системы растений и развитию болезнетворных микробов в почве и на ее поверхности.

Сфагнум заготавливают в верховых и переходных болотах в начале осени. Перед употреблением мох пропаривают, просушивают, чтобы убить вредных насекомых, очищают от различных примесей – веток кустарников, осок и др. В высушенном виде сфагнум может храниться бесконечно долго.

Папоротниковые корни. Папоротниковые корни заготавливают от видов аспидиума, осмунды, полиподиума, кочедыжника в лесу. Их состригают с корневищ и хранят в сухом помещении. Наилучшими считаются корни осмунды. В нарезанном или измельченном виде папоротниковые корни применяют как компонент в смесях для эпифитных и полуэпифитных растений, орхидей.

Древесный уголь. Древесный уголь является прекрасным антисептиком и естественным природным удобрением. Он обогащает земляные смеси, предотвращает процесс гниения, регулирует влажность почвы, абсорбирует соли, улучшает структуру почвы.

Древесный уголь (предпочтительно березовый, осиновый), раздробленный на кусочки до 0,8–1,0 см, применяют в смесях под культуры орхидных, ароидных, кактусовых и суккулентов. Добавлять его можно до 3–8% от всего состава. При черенковании какту-

сов и всех сочных растений срезы присыпают угольным порошком, что предупреждает загнивание. Все гниlostные очаги на стеблях и клубнях бегоний, цикламена предварительно очищают до здоровой ткани и также засыпают (или пломбируют) угольным порошком.

Древесная (щепная) земля. Древесную землю приготавливают из пней, корней, валежника, веток, щепок, гнилушек старых деревьев и т. д. Разложившиеся остатки древесины образуют легкую, близкую по составу к листовую, но бедную питательными веществами и склонную к закислению землю. Используют ее при культуре орхидей, папоротников и бромелиевых.

В последние годы в крупных оранжерейных хозяйствах стали использовать древесные отходы – опилки. Они придают почве легкость, пористость, улучшают структуру. Опилки добавляют в количестве 20% общего объема земляной смеси, или 20 кг на 1 м². Одновременно вносят аммиачную селитру из расчета 1 кг на 1 т опилок.

Компостная земля. Готовят путем компостирования в штабелях, кучах, ямах различных растительных и животных остатков, мусора, сорняков, отходов теплично-парникового и домашнего хозяйства. По мере накопления остатков их пересыпают для обеззараживания и лучшего разложения известью, увлажняют навозной жижей и засыпают сверху торфом или торфяной крошкой. На второй-третий год компостную массу 2–3 раза за сезон перелопачивают, смачивая навозной жижей. К концу третьего года компостная земля готова к использованию.

Качество и физические свойства компостной земли очень разнообразны и зависят от вида отбросов и характера компостируемого материала. В основном компостные земли по содержанию питательных веществ занимают промежуточное положение между дерновыми и перегнойными. Используют их в смеси с дерновой и торфяной землями, заменяя перегнойную.

Хвойная земля. Это нижний слой подстилки хвойных лесов (предпочтительнее сосновых). Рыхлая бедная земля с кислотностью 4–5. Основные свойства – рыхлость, незначительное количество питательных веществ, повышенная кислотность. Добавление высушенного и перетертого мха сфагнума способствует повышению ее рыхлости.

Некоторые цветочные культуры – азаля, бегонии – хорошо растут в чистой хвойной земле или наполовину перемешанной с

торфом. Ее заготавливают в сосновом лесу, забирая подстилку из хвой слоем 8–10 см. Она рыхлая, медленно перегнивает, обладает повышенной кислотностью. Предполагают, что хвойная земля обладает фитонцидными свойствами, а выращенные на ней растения не поражаются хлорозом и грибными болезнями.

10.3. Заменители грунтов

Кора хвойных пород. Кислотность 4–4,5. Измельченная на разные фракции кора хвойных пород (сосны, лиственницы, ели) используется как один из основных субстратов для выращивания орхидных растений, а также как разрыхлитель в легких земельных смесях. Снимается кора с мёртвых деревьев, хранится в крупных кусках. Для «стерилизации» в домашних условиях рекомендуется дважды прокипятить её с интервалом 2–3 дня. Перед использованием измельчается секатором. Для орхидей с тонкими корнями используется более мелкозернистый субстрат 3–4 мм, а для растений с толстыми корнями более крупный 1–2 см.

Кокосовый субстрат. Представляет собой измельченные остатки волокон кожуры и скорлупы кокосового ореха. Содержит различные микроэлементы, что дает питание растениям. Обладает водоудерживающей способностью (до 7 раз больше собственного веса), что предохраняет почву от закисания. Добавляется в состав земляной смеси или в качестве дренажа.

Добавляют примерно 3–4 стакана кокосового субстрата на ведро земляной смеси. Перед использованием необходимо замачивание. Из одного брикета получается до 8 л готовой рыхлой массы. Полученный субстрат перед применением подсушить. Может быть использован как один из основных компонентов субстрата для выращивания орхидей.

Перлит. Кислотность 6,25. Перлит – это минерал (вспученное стекло) со стерильной средой. Он беден питательными химическими элементами, полностью лишен органики. Перлит легкий, порист и однороден как по физическим, так и по химическим характеристикам, при добавлении в земельные смеси улучшает их пористость и дренажные свойства. Белый цвет перлита определяет хорошие отражательные способности: верхнему слою субстрата легко отразить световую энергию на нижнюю поверхность листьев, низкая плотность не даст субстрату перегреться в жаркое время. В хо-

лодное время субстрат меньше охлаждается. Крупную фракцию можно использовать в качестве дренажа.

Вермикулит. Кислотность 6,25. Вермикулит – это слоистый минерал, получаемый из руды, со стерильной средой, содержит такие микроэлементы, как кальций, магний, калий, алюминий, железо, кремний. С химической точки зрения, кроме того, что он сам обладает полезными элементами для питания растений, вермикулит способен удерживать питательные вещества, вносимые в смесь при удобрении. С физической точки зрения он является отличным и легким рыхлителем, чем обеспечивает наличие в смеси большого количества воздуха. Земля не слеживается и не образуется корка на поверхности. Нельзя не упомянуть о влагоемкости вермикулита – намокая, он становится в пять раз тяжелей своего первоначального веса, но не утяжеляет почву, а аккумулирует запас влаги. Земельная смесь остается легко воздухопроницаемой.

Керамзит. Коричневые камушки из вспученной глины, мелкие и крупные. Хорошо впитывают воду и медленно её отдают. Керамзит употребляется для создания дренажного слоя. Иногда добавляют в питательную смесь для придания ей рыхлости. Используют для гидропоники, как наполнитель в горшки. Недостатком является способность засоляться.

Доломитовая мука. Главное ее назначение при составлении земляной смеси, это снижение уровня кислотности почвы и сохранение жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. На литр смеси рекомендуют добавлять 4–5 г доломитовой муки.

Пенопластовая крошка. Может использоваться в качестве заменителя перлита или вермикулита. Позволит почве быть достаточно воздушной и легко пропускать воздух к корням растений. Также может быть использована как дренаж в горшках. Ввиду своих теплоизоляционных свойств не даст переохладиться или перегреться корням растений.

11. Бонитировка и качественная оценка почв

11.1. Основные вопросы

Принципы агропроизводственной группировки почв. Классификация земель. Бонитировка почв и экономическая оценка земель. Принципы и методика бонитировки почв.

11.2. Бонитировка почвы

Бонитировка почвы (нем. *bonitieren* – оценивать плодородие почвы, от лат. *bonitas* – доброкачественность), сравнительная оценка почв по их важнейшим агрономическим свойствам. Помимо качественных показателей, определяющих плодородие почв, учитывают и другие условия, имеющие большое значение в сельском хозяйстве: рельеф, увлажнение, микроклимат и т. п. Бонитировка почвы выражается в обобщённых относительных показателях – баллах. Обычно основой для бонитировки почвы служат материалы почвенных обследований, в которых отражены гранулометрический состав почвы, содержание в ней гумуса и элементов питания растений, кислотность (рН), важнейшие физические свойства и т. д.

Почвы, имеющие близкое значение баллов бонитета, объединяют в бонитировочные группы или классы.

11.3. Оценочные шкалы

На втором этапе работы по бонитировке почв разрабатывают оценочные шкалы. Одна шкала в баллах составляется по свойствам почв, другая – по средней многолетней урожайности основных культур (или культуры), возделываемых на этих почвах.

11.4. Экономическая оценка земель

Бонитировка почвы необходима для экономической оценки земель, ведения земельного кадастра, мелиорации, совершенствования систем земледелия и т. д. Бонитировку почвы проводят главным образом с целью дифференциации земельных налогов.

12. Методы полевого исследования почв

12.1. Основные вопросы

Задачи полевого исследования. Методика полевых работ при исследовании почв. Использование материалов почвенных исследований для организации территории, для агротехнических и агрохимических целей. Время, место и состав полевых работ по изучению почв. Техника заложения почвенных разрезов. Последовательность и состав морфологического описания почв. Выбор места для заложения почвенных разрезов. Закладка почвенного разреза. Составление морфологического описания почвы. Определение типа и свойства почвы в полевых условиях. Отбор почвенных образцов и монолитов.

12.2. Методы исследования почвы

Профильный метод. Морфологический метод. Сравнительно-географический метод. Сравнительно-исторический метод. Метод грунтовых ключей. Метод почвенных монолитов. Метод грунтовых лизиметров. Метод почвенно-режимных наблюдений. Балансовый метод. Метод почвенных вытяжек. Аэрокосмический метод. Радиоизотопные методы.

12.3. Содержание, порядок и способы проведения полевых исследований

Отраслевой стандарт ОСТ 56-81-84 «Полевые исследования почвы. Порядок и способы проведения работ, основные требования к результатам».

Список литературы

1. Горбылева, А. И. Почвоведение с основами геологии: учеб. пособие / А. И. Горбылева и др.; под ред. А. И. Горбылевой. – Минск: Новое знание, 2002.
2. Кауричев, И. С. Почвоведение / И. С. Кауричев и др. – М.: Агропромиздат, 1989.
3. Третьяков, Н. Н. Основы агрономии: учебник для нач. проф. образования / Н. Н. Третьяков и др. – 2-е изд., стереотип. – М.: ИРПО; Академия, 2000.
4. Кауричев, И. С. Практикум по почвоведению / И. С. Кауричев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980.
5. Ковриго, В. П. Почвоведение с основами геологии / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. – М.: Колос, 2000.
6. Гришина, Л. А. Организация почвенных исследований для экологического мониторинга / Л. А. Гришина, Г. Н. Копцик, Л. В. Моргун. – М., 1991.
7. Гаврилюк, Ф. Я. Полевые исследования и картирование почв / Ф. Я. Гаврилюк. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростов. ун-та, 1990.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Почвоведение – наука о почве	4
2. Происхождение и состав минеральной части почвы	5
3. Почвообразовательный процесс	19
4. Происхождение и состав органической части (гумуса) почвы	31
5. Гранулометрический состав почвы и его влияние на свойства и плодородие.....	35
6. Физические свойства почвы	40
7. Почвенные коллоиды и поглощательная способность почвы	45
8. Химические свойства почвы и ее плодородие	54
9. Почвы региона	59
10. Почвогрунты городов и населенных пунктов. Заменители почвы. Земляные смеси для закрытого грунта	60
11. Бонитировка и качественная оценка почв	69
12. Методы полевого исследования почв.....	70
Список литературы.....	71

Учебное издание

Беберина Ирина Геннадьевна

ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Методические указания

Редактор, корректор М. В. Никулина
Верстка М. В. Никулина

Подписано в печать 18.11.12. Формат 60×84^{1/16}.
Бум. офсетная. Гарнитура "Times New Roman".
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,16.
Тираж 20 экз. Заказ .

Оригинал-макет подготовлен
в редакционно-издательском отделе
Ярославского государственного университета
им. П. Г. Демидова.

Отпечатано на ризографе.
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова.
150000, Ярославль, ул. Советская, 14.