

Курс лекций по почвоведению

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

ГОМЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра ботаники и физиологии растений

КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ПОЧВОДЕНИЮ

Для студентов 2 курса биологического факультета

Материал подготовил доцент кафедры ботаники и физиологии растений,
кандидат сельскохозяйственных наук

С.Ф. Тимофеев

ГОМЕЛЬ 2012 ГОД

Вступление

Основные термины и понятия

Абиотическая - неживая

Биокосная - сочетание живого с неживым

Бонитировка - оценка качества земли на основе почвенных исследований

Биота - совокупность видов растений, животных объединенных общностью территории

Денудация - совокупность процессов сноса и удаления с возвышенностей продуктов выветривания с последующим накоплением в пониженных элементах рельефа.

Эрозия - процесс смыва и размывания почвы и горных пород текущими водами

Морена - отложения, накопленные ледниками при их движении и выпахивании ложа. Су-глинки - валуны.

Мониторинг - наблюдения, оценки и прогноз состояния окружающей среды

Методология - учение о структуре, организации, методах и средствах деятельности

Минерал — это природное химическое соединение элементов, или самородный элемент, образовавшийся в определенных физико-химических условиях среды. Своим внешним видом он отражает ту обстановку, в которой образовался.

Самый распространенный класс минералов — Аллюмосиликаты. На его долю приходится 60% от массы литосферы, он включает 700 разных природных минералов.

Сведения о распространении минералов в природе

Класс	От массы литосферы, %	Количество минералов	Происхождение
Всего известно,	100	2800	Разное
в том числе			
Аллюмосиликаты	60	700	Эндогенные
Оксиды	17	200	Эндогенные и экзогенные -
Простые силикаты	15	100	Эндогенные
Галоиды	3,5	100	Экзогенные
Карбонаты	1,8	80	Экзогенные
Сульфаты	1	260	Экзогенные
Фосфаты	1	200	Эндогенные и экзогенные -
Сульфиды	0,25	350	Эндогенные
Самородные элементы	0,1	50	Эндогенные
Нитраты	Очень мало		Экзогенные
<i>Итого</i>	99,65	2040	—
Остальные	0,35	760	—

Минералогия — наука о минералах, т.е. о природных химических соединениях элементов, их образовании, свойствах и процессах разрушения (выветривания). Поскольку минералы являются источниками минеральных элементов питания для растений, очень важно знать, с какой скоростью идет процесс высвобождения элементов из сложных природных соединений и переход их в доступную для растений форму. Процессы превращения минералов происходят и в почве. Поэтому минералогия — очень важная дисциплина среди геологических наук для почвоведения.

Петрография (от греч. *petros* — камень, *grdpho* — пишу; букв.: описание камней) — наука о горных породах: как и где образуются горные породы, какие формы залегания им присущи, каким процессам превращения они подвергаются, как скоро разрушаются и какие при этом новые

породы образуются. Все это имеет непосредственное значение для подготовки почвообразовательного процесса, а также определяет свойства почв, на них образующихся.

Горные породы состоят из минералов (одного или нескольких). Поэтому петрография и минералогия — очень тесно связанные между собой дисциплины геологии.

Геохимия — наука о закономерностях распространения различных элементов в разных оболочках Земли (литосфере, гидросфере, атмосфере, мантии и ядре).

Строение и происхождение Земли

Первое научное представление о Земле — это то, что она имеет форму шара, однако измерение полярного и экваториального радиусов Земли показало, что они неодинаковы. Пришлось изменить название формы Земли на сфероид, близкий к эллипсоиду вращения. Дальнейшее изучение нашей планеты показало, что если мысленно опустить все горные территории в морские впадины, то «не хватит» материала, чтобы получился эллипсоид вращения. Форму Земли поэтому назвали геоидом. И наконец, вследствие работ полярных экспедиций установлено, что Северный полюс Земли находится как бы в небольшой глубине, а Южный — на немного вытянутой вершине, в результате получилось как бы сердечко. Эту последнюю форму Земли назвали кардиоидом.

Таким образом, форма Земли как планеты претерпела такую эволюцию: шар — сфероид — эллипсоид вращения — геоид — кардиоид.

Но по-прежнему, говоря о форме Земли, надо помнить, что она круглая, как шар, и характеризуется следующими физическими параметрами: полярный радиус — 6356,777 км, экваториальный — 6378,160 км; длина по окружности — 40 000 км.

Площадь поверхности — 510,2 млн км²; площадь суши — 29,2%, а площадь Мирового океана — 70,8% поверхности; средняя плотность — 5518 кг/м³. Наибольшая глубина Мирового океана 11 022 м (Марианский желоб).

Земля имеет концентрическое строение. Различают внутренние и внешние оболочки Земли.

Внутренние: литосфера, мантия (или промежуточная оболочка) и ядро Земли; внешние — гидросфера, атмосфера и биосфера.

Литосфера, или каменная оболочка Земли, имеет мощность 50—20 км на суше и 4—9 км под океаном. Под литосферой находится **мантия**, простирающаяся до глубины 2900 км, и глубже них находится земное **ядро**.

В состав литосферы входят почти все элементы, известные в химии. Химический состав литосферы вычислил американский ученый Ф.У. Кларк, поэтому процентное содержание элемента в земной коре получило название кларка-элемента (табл. 1).

Почти половина массы литосферы представлена кислородом, а более чем четверть — кремнеземом. В сумме два этих элемента дают почти 75% массы литосферы; 99,79% от массы литосферы приходится всего на девять элементов таблицы Менделеева, а на долю всех остальных элементов — 0,21% от массы литосферы. В составе литосферы почти нет азота.

Среднее содержание химических элементов в литосфере и почвах, % по массе (А.П. Виноградов)

Элемент	Литосфера	Почва	Элемент	Литосфера	Почва
O	47,20	49,00	C	0,10	2,00
Si	27,60	33,00	S	0,09	0,085
Al	8,80	7,13	Mп	0,09	0,085
Fe	5,10	3,80	P	0,08	0,08
Ca	3,60	1,37	N	0,01	0,10
Na	2,64	0,63	Си	0,01	0,002
K	2,60	1,36	Zn	0,005	0,005
Mд	2,10	0,60	Со	0,003	0,0008
Ti	0,60	0,46	B	0,0003	0,001
H	0,15	0	Mo	0,0003	0,0003

Гидросфера, или водная оболочка, относится к внешним оболочкам Земли. В ней есть все элементы, которые находятся в литосфере, так как с суши идет постоянный снос веществ водными потоками. Общее количество солей в морской воде — 3,5%, но состав этих солей не отличается разнообразием. Из катионов преобладают натрий, кальций, магний, калий, из анионов — хлор, сульфат-ион, фосфат и бикарбонат.

Строго говоря, гидросферой называется вся вода нашей планеты в жидком, твердом и газообразном состоянии, а не только вода морей, как иногда трактуют. Примерно 94% всей гидросферы составляют соленые воды Мирового океана, 4 — подземные соленые воды, 2 — ледники и снег, 0,4 — пресные поверхностные воды суши (озера, реки, болота, водохранилища, почвенные воды), 0,01% — атмосферные воды.

Мировой океан покрывает 70,8% поверхности нашей планеты и имеет среднюю глубину 3,88 км. В его водах растворено $5 \cdot 10^{16}$ т солей. Больше всего в составе солей — хлоридов (88,64%), затем сульфатов (10,80%) и карбона-

Курс лекций по почвоведению

тов (0,34%). В речных водах, заполняющих океан в течение 44 000 лет, эти соли представлены в обратном порядке: хлориды — 5,2%, сульфаты — 9,9, а карбонаты — 60,1%. Несмотря на огромные размеры, Мировой океан един по своему солевому составу. Морская вода имеет; слабощелочную реакцию (рН 7,5-8,5).

Атмосфера — газовая оболочка Земли, состоит из азота (78% объема), кислорода (20,95%), аргона (0,93%) и углекислого газа (0,03%). На долю остальных газов (гелий, водород и др.) приходится около 0,01% объема. Нижняя граница атмосферы — это поверхность суши и океана; верхней границы не существует. При отдалении от поверхности Земли плотность атмосферы постепенно уменьшается, и на высоте примерно 1000 км она сливается с космическим пространством.

Атмосфера делится на тропосферу (примерно 16 км), стратосферу (30-35 км) и ионосферу (80 км).

Следует обратить внимание, что первоначально, до появления жизни на Земле, весь азот находился в составе атмосферы, и только потом часть его перешла в осадочные породы и почвы под влиянием живых организмов.

Роль живых организмов в жизни Земли огромна, поэтому выделяется специфическая оболочка Земли — **биосфера**. Толщина ее около 30 км. Биосфера представлена атмосферой, гидросферой, частью литосферы.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ЗЕМЛИ

По подсчетам академика О.Ю. Шмидта, возраст планеты Земля составляет 6—7 млрд лет. Это астрономический возраст планеты.

С момента появления жизни на Земле начинается отсчет ее геологического возраста. По последним данным науки, геологический возраст планеты Земля около 4 млрд лет.

Геологический возраст нашей планеты делится на два крупных отрезка:

докембрий и фанерозой.

Докембрий подразделяется на две эры:

архейскую и протерозойскую. Несмотря на то, что возраст, а стало быть, и продолжительность этих эр очень велики, их объединяет то, что жизнь была представлена только бактериями и водорослями, после отмирания которых не сохранилось ни отпечатков, ни окаменелостей.

Фанерозой делится на три эры:

палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую; каждая эра делится на периоды.

Основанием для выделения эр и периодов являются такие геологические документы, как руководящие окаменелости, т.е. раковины животных, отпечатки в глинах растений и животных, характерные для каждого отрезка времени и согласованные с эволюцией растительного и животного мира.

Естественно, что геологам помогают палеонтологи, изучающие древние формы жизни, причины и время их вымирания. Для каждого периода есть свои руководящие окаменелости.

Например, для кембрия — трилобиты, для силура — морские лилии, для юрского периода — белемниты и т.д.

Образование пластов осадочных пород шло в тот период, когда в морях и океанах жили эти животные; умирая, они откладывались в этих пластах. Напластование пород идет снизу вверх. Чем ниже залегает пласт, тем он древнее.

Завершает геохронологическую таблицу четвертичный период кайнозойской эры, который иначе называется антропоген (от греч. *anthropos* — человек и *genos* — рождение), иначе — период, родивший человека.

Таким образом, человек появился на Земле всего 1,5 млн лет назад. Сейчас идет четвертичный период кайнозойской эры. Отложения четвертичного периода самые молодые, и, главное, они ничем не перекрыты, выходят на земную поверхность и, стало быть, являются почвообразующими породами. Вот почему знание четвертичных отложений так необходимо для познания процессов почвообразования. В пластах пород, находящихся под четвертичными отложениями, человек находит различные полезные ископаемые, в том числе агрономические руды.

Курс лекций по почвоведению
СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1. Предмет и задачи почвоведения. История развития учения о почве	6
Лекция 2. Факторы почвообразования	19
Лекция 3. Свойства почв и ее структура	34
Лекция 4. Структура и сложение почв	53
Лекция 5. Коллоиды почвы и поглотительная способность	69
Лекция 6. Общие физические и физико-механические свойства почв	84
Лекция 7. Водно-физические свойства почв и их регулирование. Почвенный раствор и почвенный воздух	99
Лекция 8. Разнообразие почв в природе и их классификация	117
Лекция 9. Почвы пойм и дельт рек	136
Лекция 10. Охрана почв и земель, их рациональное использование	146

Курс лекций «Почвоведение»

Лекция 1. Предмет и задачи почвоведения. История развития учения о почве.

1. История почвоведения как науки	6
2. Почвоведение как отрасль естествознания. Предмет и задачи науки	8
2.1. Глобальные функции почвы	8
2.2. Структура почвоведения	10
3. Методы почвоведения	12
4. Методология почвоведения	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	15
Краткий конспект Лекции 1	16
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ. ЛИТЕРАТУРА	18

1. История почвоведения как науки.

С появлением земледелия человек ввел в свой обиход представление о *почве* как об относительно рыхлом земляном слое, в котором укореняются наземные растения и который служит предметом земледельческой обработки; бытовавшее до этого понятие отождествляло почву с *землей* — участком поверхности, на которой обитает человек.

Накопление научных знаний о почве началось в глубокой древности, и многие тысячелетия практические знания о почве передавались из поколения в поколение. Отрывочные сведения имеются в трудах ученых Древней Греции, Рима, относительно обширными знаниями о них обладали в Древнем Египте, попытки классификации почв были сделаны 4 тыс. лет назад Китае.

Эмпирическая стадия развития почвоведения зародилась более 2—2,5 тыс. лет назад и его историю можно разделить на следующие этапы.

Стадии развития науки о почве

1. Накопление разрозненных фактов о свойствах почв, их плодородии и способах обработки (неолит, бронзовый век).

2. Обособление первичной системы использования почв для орошения, появление способов борьбы с засолением почвы, примитивный кадастр земель (Египет, Месопотамия, Индостан, Мезоамерика).

3. Первичная систематизация сведений о почвах (греко-римская цивилизация IV в. до н.э.—IV в. н.э.), попытка их классификации (12 книг «О сельском хозяйстве» Колумеллы), первые примеры удобрения почв (Варрон), география почв (Геродот, Страбон).

4. Описание почв как земельных угодий для установления феодальных повинностей и привилегий; китайские кадастры,

«Геопоника» в Византии, землеоценочные акты в Германии, Англии, Франции, «Писцовые книги» в России, оценка почв в Литве, Беларуси и Украине (IV—XVI вв.).

5. Новые идеи о почвах в трудах Авиценны; о формировании почв под воздействием растений (Леонардо да Винчи); роль самой почвы в питании растений (XV—XVII вв.).

6. Зарождение современных воззрений на плодородие почв и их связь с горными породами 1761-1773 гг

7. Расширение и углубление исследований почв и теоретических обобщений (XIX в.) гумусовая теория, начало агрономической химии в трудах Ю. Либиха, Ж.Б. Буссенго.

8. Создание генетического почвоведения, доказательство его важнейших концепций В.В. Докучаевым в его основных трудах.

9. Период развития докучаевского почвоведения между 1914 и 1941 г. характеризуется завоеванием докучаевского учения лидирующего положения в мире.

10. Интенсификация изучения и охраны почвенного покрова мира под эгидой ООН, ЮНЕСКО, ФАО и др. в современный период.

Простое представление о почве вполне удовлетворяло человечество в течение нескольких тысячелетий исторического развития, так как человек еще не сталкивался вплотную с теми проблемами земледелия, перед которыми он был поставлен в последние столетия, — проблемами голода, малоземелья, катастрофической эрозии, опустынивания, падения плодородия, необходимости получения все большей продукции со все меньшей площади.

К середине 19 века в трудах агрономов, агрогеологов, агрохимиков сложилось определение почвы, отождествляющее ее с пахотным слоем, который служит непосредственным предметом обработки и в котором сосредоточена главная масса корней растений, причем основное внимание обращалось на вещественный состав этого верхнего слоя земной коры (смесь минеральных и органических элементов).

Решение этих общих задач привело к зарождению новой науки на рубеже XX в. — почвоведения. Важно, что эта наука развивалась не как чисто описательная и умозрительная дисциплина, а сформировалась в ответ на практические запросы бурно развивающегося земледелия индустриальной эры.

Существовавшие ранее определения стали непригодны, поскольку не характеризовали всю специфику почвы как природного тела и не отражали ее наиболее характерные особенности.

Тройственное отношение человека к почве — как к **природному телу, предмету труда и продукту труда** — усложнило выбор наиболее точного научного определения почвы.

Современное генетическое почвоведение как самостоятельная естественноисторическая наука о почве отсчитывает свой возраст с 10 декабря 1883 г., со дня защиты В.В. Докучаевым докторской диссертации «Русский чернозем», в которой были сформулированы главные теоретические концепции о почве, получившие дальнейшее развитие в последующих работах.

Он отмечал, что Почва это суть **поверхностно лежащие минерально-органические образования, которые всегда более или менее сильно окрашены гумусом и постоянно являются результатом взаимной деятельности следующих агентов: живых и отживающих организмов (как растений, так и животных), материнской горной породы, климата и рельефа местности».**

В своей последней крупной работе «Лекции о почвоведении» (1901) В.В. Докучаев написал, что почва «есть функция (результат) от материнской породы (грунта), климата и организмов, помноженная на время».

Самое главное в докучаевском определении почвы, сыгравшем столь выдающуюся роль в развитии новой науки, — это то, что оно,

во-первых, ставит почву в ряд самостоятельных природных тел, качественно отличающихся от всех иных тел природы.

Во-вторых, согласно докучаевскому определению, почва — это явление историческое, имеющее свой возраст и историю образования.

Наконец, третье — это подчеркнутое в самом определении наличие функциональных связей между почвой и всеми другими природными телами и явлениями.

Значительный вклад в развитие науки о почве внесли белорусские почвоведы. Особое место среди них занимает Я.Н. Афанасьев (1877-1938), русский ученый, основоположник белорусской школы научного почвоведения, создатель и первый заведующий кафедрой почвоведения Белорусской сельскохозяйственной академии (1921—1935), директор Института агропочвоведения и удобрений АН БССР с 1931 по 1938 г. Его деятельность как ученого-почвовода пришлась на первые десятилетия XX в. и трагически оборвалась в 1938 г.

Он был прямым последователем первого поколения почвоведов-докучаевцев и принадлежал к числу тех, кто развивал и доказывал плодотворность генетического почвоведения.

Курс лекций по почвоведению

Его идеи и установление закономерностей при изучении почвенных процессов, общих законов генезиса и классификации почв нашли отражение в работах А.Г. Медведева, П.П. Рогового, И.С. Лупиновича, И.Ф. Гаркуши, Н.И. Смеяна, Т.А. Романовой, В.В. Жилко и других.

2. Почвоведение как отрасль естествознания. Предмет и задачи науки.

В современном почвоведении принято такое определение: *почва — это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени.*

Почвоведение — наука о почве, ее строении, составе, свойствах и географическом распространении, закономерностях ее происхождения, развития, функционирования и роли в природе, путях и методах ее мелиорации, охраны и рационального использования в хозяйственной деятельности человека.

Почвоведение — фундаментальная естественная историческая наука о почвах, их происхождении (генезисе), строении, распространении, роли и функции в биосфере Земли, формировании свойств и режимов, определяющих главное свойство почв — плодородие.

Почва в природе занимает особое место, в ее состав входят как минеральные, так и органические вещества.

По выражению В.И. Вернадского, почва — биокосное тело природы.

Располагаясь на границе соприкосновения литосферы, атмосферы и гидросферы, она формирует особую геосферу — педосферу, или почвенный покров Земли.

Одновременно почва является одним из главных и сложных компонентов биосферы — области распространения жизни на Земле.

Учение о почве В.В. Докучаева обусловило концепцию о биосфере, созданную В.И. Вернадским, так как почва — тот узел, в котором сплелись сложные взаимоотношения человека с природой, и учение о биосфере становится «точкой роста» науки о почве.

В результате длительного почвообразовательного процесса в почве развивается ее основное свойство — плодородие.

Это способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневыми системами достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для их нормальной жизнедеятельности, т.е. всеми необходимыми им условиями. Этими свойствами горная порода не обладает.

Почвы — основное и незаменимое средство сельскохозяйственного производства, богатство любой страны, они обеспечивают человека продуктами питания, а промышленность — сырьем.

Почвы надо беречь, ибо они не только предмет труда, но и в определенной мере его продукт, поскольку человек может существенно изменить свойства почвы, сознательно направляя процесс ее развития и плодородия в нужном направлении.

2.1. Глобальные функции почвы

Каждое природное тело или образование имеет свои функции, причем различного масштаба. Функции почвы глобальные и многогранны.

Первая и главная из них — это обеспечение существования жизни на Земле.

Именно из почвы растения, а через них и животные, и человек получают элементы минерального питания и воду для создания своей биомассы. В почве аккумулируются необходимые организмам биофильные элементы в доступных для них формах химических соединений.

Курс лекций по почвоведению

В почве укореняются наземные растения, в ней обитает огромная масса почвообитающих животных, она плотно населена микроорганизмами. Без почвы существование природных ассоциаций живых организмов на Земле невозможно.

Таким образом: почва — это следствие жизни и одновременно условие ее существования.

Вторая важнейшая глобальная функция почвы — это обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов (циклов) веществ на земной поверхности.

Попадая на поверхность земли (при формировании земной коры, вулканизме, излияниях в разломах), первичные горные породы подвергаются выветриванию.

В верхней части коры выветривания формируется почва, аккумулирующая элементы питания живых организмов.

Эти элементы захватываются из почвы растениями и через ряд промежуточных трофических циклов (растения — животные — микроорганизмы) возвращаются назад в почву, что и составляет малый биологический круговорот веществ.

Из почвы элементы частично выносятся атмосферными осадками в гидрографическую сеть, в зоны аккумуляции и в конечном итоге в Мировой океан, где дают начало образованию осадочных горных пород, которые в геологической истории Земли могут либо выйти опять на поверхность, либо вначале подвергнуться глубинному метаморфизму. Это большой геологический круговорот веществ.

Почва является связующим звеном и регулятором взаимодействия двух этих циклов вещества на земной поверхности.

Третья глобальная функция почвы — регулирование химического состава атмосферы и гидросферы.

Почвенное «дыхание» вместе с фотосинтезом и дыханием живых организмов играет определяющую роль в создании и поддержании состава приземного слоя атмосферного воздуха, а через него и атмосферы в целом. В геологической истории Земли, вероятно, почва сыграла немаловажную роль в создании современной атмосферы.

С другой стороны, именно почвенный покров определяет состав тех веществ, которые поступают в гидросферу на континентальной ветви глобального круговорота воды.

Четвертая глобальная функция почвы — регулирование биосферных процессов.

Распределение живых организмов на суше Земли и их плотность в значительной степени определяются географической неоднородностью почвы и ее плодородием наряду с климатическими факторами.

Пятая глобальная функция почвы — это аккумуляция активного органического вещества и связанной с ним химической энергии на земной поверхности.

В конкретном проявлении биосферы на Земле почва является неотъемлемым компонентом природных экосистем или биогеоценозов, из которых состоит биосфера. Почва это особая подсистема, связанная с другими подсистемами многочисленными прямыми и обратными функциональными связями.

Таким образом роль почвы трудно переоценить.

2.2. Структура почвоведения

Курс лекций по почвоведению

Как естественнонаучная дисциплина почвоведение тесно связана с другими естественными науками и широко использует их методы и достижения.

Почвоведение тесно связано с геохимией, в частности с биогеохимией и гидрохимией, в вопросах изучения процессов и закономерностей миграции и трансформации веществ на поверхности Земли.

Климатология и метеорология помогают почвоведом оценивать роль климата и атмосферных факторов в почвообразовании, в создании и поддержании почвенных режимов, в частности водного и теплового режимов почв, а также в географическом распространении почв на земной поверхности.

Ряд наук биологического цикла особенно важен в изучении плодородия почвы и вопросов почвенного питания растений.

Почвоведение широко использует методы и подходы микробиологии, биохимии, физиологии растений.

Тесно связаны почвоведы с ботаниками (генезис и география почв), с зоологами (почвенная зоология).

Необходимы почвоведом и знания экологии растений и животных.

Ряд разделов почвоведения непосредственно является научными дисциплинами биологического цикла:

биология почв с ее подразделами почвенной энтомологии, микробиологии, энзимологии.

Изучение почвенного гумуса невозможно без использования подходов и методов биохимии.

Вся химия почв связана с использованием подходов и методов наук химического цикла: аналитической химии, органической химии, физической химии, коллоидной химии, а изучение физики почв основано на приложении к почве законов общей физики.

Существует связь почвоведения с математикой.

С одной стороны, это широкое использование статистических и вероятностных подходов для оценки почвенной неоднородности разных уровней и оценки почвенного плодородия (бонитировка почв);

с другой — математическое описание тех или иных физических и химических процессов в почвах;

с третьей — имитационное математическое моделирование почвенных процессов, таких, как передвижение воды или солей в почвах.

Следует отметить, что созданная В. В. Докучаевым теория и методология генетического почвоведения явилась плодотворной основой формирования ряда новых наук — ландшафтоведения, биогеохимии, лесоведения, агролесомелиорации, геохимии ландшафтов, геоботаники, биогеоценологии.

На базе докучаевской методологии его ученик и последователь академик В. И. Вернадский заложил основы современного учения о биосфере и ноосфере.

Существенную роль докучаевские концепции сыграли в развитии современной экологии и учения об окружающей среде. Принятый сейчас во многих науках так называемый «экологический подход» — это не что иное, как классический докучаевский подход.

Такое широкое применение подходов и методов разных наук в почвоведении связано с особенностями почвы как природного тела — ее формированием и существованием на границе взаимодействия геосфер Земли, изучаемых разными циклами наук.

В процессе исторического развития в почвоведении выделился ряд специализированных разделов, из которых главными являются **общее почвоведение и частное**.

Курс лекций по почвоведению

Фундаментальное, или общее, почвоведение, направлено на изучение всех особенностей почвы как природного тела.

Прикладное, или частное, почвоведение состоит в изучении различных аспектов использования почвы человеком.

Хотя деление почвоведения на фундаментальное и прикладное является довольно относительным и безусловным, оно удобно для понимания структуры науки и ее исторической дифференциации.

Структура фундаментального почвоведения.

В фундаментальном почвоведении обособилось несколько научных направлений в зависимости от различных аспектов рассмотрения почвы и методов ее изучения.

Первое из них, которое можно назвать *педогностика*, связано с изучением вещественного состава, строения и свойств почвы.

В этом направлении выделились такие разделы почвоведения, как *морфология почв, химия почв, физика почв, минералогия почв, биология почв*.

Вторым важнейшим направлением, которое условно можно назвать *педографией*, служит изучение пространственного распространения и природного разнообразия почв на земной поверхности в связи с общей географией природной среды.

В этом направлении обособились такие разделы почвоведения, как *география почв, картография почв, систематика почв, экология почв, оценка почв, почвенная информатика*.

Третье направление общего почвоведения — это *историческое почвоведение*, связанное с изучением генезиса (происхождения, развития) и эволюции почв в контексте общей истории развития земной поверхности. Свои особые подходы и методы имеют здесь *генетика почв* и *палеопочвоведение*.

Четвертое направление можно определить как *динамическое почвоведение*, включающее исследования процессов почвообразования и современных почвенных режимов.

Все перечисленные выше разделы почвоведения участвуют в развитии этого научного направления, каждый на основе своих особых подходов и методов.

Пятое научное направление—это *региональное почвоведение* связанное с изучением особенностей почв и почвенного покрова крупных регионов (природных или административных) Земли.

В рамках общего почвоведения региональные монографии о почвах всегда имеют огромную научную ценность, являясь основой рационального природопользования, которое регионально. Человек использует природные ресурсы именно там, где он живет, и он должен знать детально ресурсы именно своего региона. Поэтому в истории почвоведения региональным работам и обзорам всегда уделялось и уделяется очень много внимания.

Шестое научное направление в общем почвоведении это *история и методология науки* как часть общего почвоведения, получившего особенно интенсивное развитие в последнее время в связи с возросшей ролью науки в производственной деятельности человека, когда она стала непосредственной производительной силой общества

Прикладное почвоведение также дифференцируется в зависимости от области использования почвы в хозяйственной деятельности человека.

В наибольшей степени почвоведение связано с сельским хозяйством и прежде всего земледелием.

Курс лекций по почвоведению

Отсюда *сельскохозяйственное почвоведение* или *агрочвоведение* — это наиболее обширная прикладная отрасль науки о почве.

Сельскохозяйственные аспекты почвоведения включают в себя очень широкий круг вопросов:

наиболее рациональный способ использования тех или иных почв, в том числе рациональную организацию территории и наиболее продуктивный и экономически целесообразный севооборот;

выбор почв, наиболее пригодных для тех или иных культур и севооборотов;

определение способов механической обработки каждого вида почвы и в каждом севообороте;

выбор путей и способов повышения плодородия почв и поддержания его на достаточно высоком уровне для обеспечения оптимальной биологической продуктивности;

выбор путей и методов защиты почв от загрязнений и деградационных процессов;

постоянное управление почвенными процессами и режимами для поддержания оптимального состояния почв;

определение приложимости технологий, разработанных в одних почвенных условиях, к другим территориям и т. д.

Мелиоративное почвоведение служит теоретической основой комплексной мелиорации почв инженерно-техническими, химическими, биологическими и агротехническими методами.

Лесное почвоведение вместе с лесоведением является научной основой повышения продуктивности лесов, создания наиболее продуктивных искусственных насаждений, лесомелиоративных мероприятий, в том числе агролесомелиорации.

Санитарное почвоведение также имеет большой круг задач в связи с проблемой обезвреживания различных промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов; с проблемой географии болезней растений, животных и человека, включая эндемические болезни и патологии;

с проблемой борьбы с патогенными и векторными организмами (переносчики инфекций), значительное число которых является почвообитающими; с проблемой защиты растений, животных и человека от радиационного заражения и поражения.

Инженерное почвоведение смыкается по своим задачам и методам с грунтоведением и инженерной геологией, рассматривая почву как основание для сооружений и коммуникаций или как строительный материал.

Есть и другие отрасли человеческой деятельности, в которых использование почвы имеет свои особенности и где требуются особые подходы и методы исследования, например в криминалистике, военном деле и т. д.

Однако важно подчеркнуть, что в любом случае все прикладные аспекты науки опираются на фундаментальное почвоведение, и почвоведы исходят из его теоретических научных положений при решении любых вопросов прикладного характера.

3. Методы почвоведения

К методам почвоведения относятся профильный метод, метод почвенных ключей, метод почвенных монолитов, метод почвенных лизиметров, метод почвенно-режимных наблюдений, балансовый метод, метод почвенных вытяжек, радиоизотопные методы, аэрокосмические методы.

Профильный метод, разработанный В. В. Докучаевым, лежит в основе всех почвенных исследований. Он требует обязательного изучения почвы с поверхности на всю глубину ее толщи последовательно по генетическим горизонтам вплоть до материнской породы и сопоставления изучаемых свойств или параметров почвенного профиля.

Курс лекций по почвоведению

Морфологический метод изучения строения почвенного профиля, разработанный также В. В. Докучаевым, является базисным при проведении полевых почвенных исследований и составляет основу полевой диагностики почв.

В почвоведении используются широко все три вида морфологического анализа: макроморфологический при изучении почвы невооруженным глазом, мезоморфологический с применением лупы и бинокля, микроморфологический с помощью микроскопов вплоть до электронного.

Сравнительно-географический метод, основанный на сопоставлении почв и соответствующих факторов почвообразования в их историческом развитии и пространственном распространении, позволяет делать обоснованные заключения о генезисе почв и закономерностях их географии.

Сравнительно-исторический метод, базирующийся на принципе актуализма, дает возможность исследовать прошлое почв и почвенного покрова на основании изучения современной ситуации. Детальное изучение погребенных почв и почвенных горизонтов, реликтовых признаков почв и их сопоставление с современными процессами лежат в основе палеопочвоведения — науки о прошлых почвах и о признаках прошлых эпох в современном почвенном покрове.

Метод почвенных ключей, основанный на детальном генетико-морфологическом анализе небольших репрезентативных участков и интерполяции полученных таким путем заключений на иные территории с однотипной структурой почвенного покрова позволяет познать большие территориальные единицы с экономией средств и ресурсов.

Метод почвенных монолитов базируется на принципе физического моделирования почвенных процессов (передвижения влаги, солей, обмена ионов и т. д.) на почвенных колонках (монолитах) ненарушенного строения, взятых особым образом из почвенного разреза.

Метод почвенных лизиметров широко используется для изучения процессов вертикальной миграции веществ в природных почвах. При этом почвенный монолит того или иного объема, в зависимости от целей исследования, погруженный в водонепроницаемую оболочку, помещается на свое место в природную почву, а исследованию подвергаются вытекающие из его нижней части растворы.

Метод почвенно-режимных наблюдений применяется для исследования кинетики современного почвообразования на основе измерения тех или иных параметров (влажность, температура, содержание солей, гумуса, азота, других элементов минерального питания и т. п.) в одной и той же почве в течение длительного времени (вегетационный сезон, год, несколько лет) через заданные временные промежутки. Этот метод лежит в основе биосферного мониторинга.

Балансовый метод служит также для изучения кинетики почвообразования.

В его основе лежит тот факт, что наблюдаемый в данный момент времени в почве запас какого-то вещества (воды, солей, азота и т. п.) или энергии является результатом изменения его исходного запаса за счет прихода и расхода в единице объема почвы за определенный промежуток времени.

Метод почвенных вытяжек основан на гипотезе о том, что каждый растворитель (вода, растворы разных кислот, щелочей или солей разной концентрации, органические растворители — спирт, ацетон, бензол и т. п.) экстрагирует из почвы при контролируемых условиях взаимодействия какую-то определенную группу соединений интересующего исследователя элемента.

Аэрокосмические методы представляют инструментальное или визуальное изучение фотографий земной поверхности, полученных в разных диапазонах спектра и с разной высоты, а с

другой стороны — прямое исследование с самолетов и космических аппаратов спектральной отражательной или поглотительной способности почвы также в разных областях спектра.

Радиоизотопные методы в почвоведении применяются для изучения процессов миграции тех или иных элементов и их соединений в почвах и в экосистемах на основе меченых атомов (радиоактивных изотопов). Соотношение различных изотопов в почвах, например $^{12}\text{C}:^{14}\text{C}$, используется для определения возраста почв.

Для анализа вещественного (гранулометрического, минералогического, химического) состава почв в почвоведении используется весь современный арсенал имеющихся в распоряжении науки *физических, физико-химических, химических и биологических аналитических методов*.

Полевые почвенные исследования включают *экспедиционные и стационарные методы* изучения почв:

- рекогносцировочные маршрутные почвенные обследования;
- картирование почвенного покрова в заданном масштабе;
- многолетние режимные наблюдения на специально подобранных и оборудованных стационарах, в том числе особенно в заповедниках природы и на опытных станциях;
- определение параметров тех или иных свойств почв в ненарушенном природном состоянии;
- эксперименты по мелиорации и трансформации почв, в том числе в производственных условиях;
- изучение отдельных типов почв по их репрезентативным разрезам;
- модельные эксперименты в природных условиях, в том числе с использованием лизиметров и стоковых площадок.

При лабораторных почвенных исследованиях проводят анализ вещественного состава почв, изучают их микроморфологию, различные физические и химические свойства, осуществляют физическое и математическое моделирование почвенных процессов, инструментальную обработку данных полевых работ.

Таким образом, почва рассматривается, с одной стороны, как целостная система, состоящая из множества взаимодействующих подсистем-блоков, а с другой — как подсистема в экосистемах биосферы или экосферы.

4. Методология почвоведения

Главные методологические принципы генетического почвоведения:

- *почва это самостоятельное естественно-историческое тело природы*, формирующееся во времени на поверхности Земли из горных пород под воздействием факторов почвообразования, среди которых ведущую роль играют живые организмы;
- *единство природного почвенного тела и связанного с ним почвенного профиля и профильного метода почвенных исследований*, которые исходят из понятия о почве как неразрывной совокупности генетических почвенных горизонтов;
- *факторы почвообразования это* взаимосвязанные и взаимозависимые комплексы природных и антропогенных явлений, под одновременным и интегрированным воздействием которых формируются, развиваются, эволюционируют и преобразуются почвы;
- *почвообразовательный процесс* как сложный комплекс «элементарных» почвенных процессов, являющихся результатом взаимодействия синтеза и разложения, вертикальной и горизонтальной миграции органических и минеральных веществ;
- *историзм почвообразования и последовательных смен стадий почвообразования и эволюции почв*;

Курс лекций по почвоведению

- *типы почв и типы почвообразования* как стадии на длительном пути развития почвообразовательного процесса;
- *современный почвенный покров* как стадии в истории развития земной поверхности;
- *тип почвы* как главная форма существования почвенных тел;
- *почвенный режим* как главной форма динамики почвообразовательного процесса и функционирования почвы;
- *почвенные зоны и зональные типы почв* как основные формы организации почвенного покрова Земли, отражающей структуру и историю эволюции земной поверхности при постоянном взаимодействии геосфер (литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы);
- *систематика и классификация почв* как отражения реально существующих в природе генетических и географических и различий между различными почвами;
- *непрерывность почвенного покрова*, в котором нет резких границ между отдельными почвенными образованиями и характерны постепенные переходы и диффузные границы между разными почвами;
- *почвенный индивидуум* как реально существующее природное тело в трехмерном пространстве;
- *плодородие почвы* как ее исторически формирующейся глобальной функции, обеспечивающей жизнь на Земле и являющейся результатом жизни;
- *педосфера* это специфическая геосфера, через которую осуществляется взаимодействие других геосфер планеты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное генетическое почвоведение исходит из понятия о **почве** как об очень **сложной системе**, т. е. о системе с бесконечно большим разнообразием внутренних и внешних функциональных связей, имеющих очень сложную многоуровневую структурную организацию.

Долгое время в науке о почве и особенно в практике земледелия господствовало представление о том, что, воздействуя на какой-то единичный фактор, можно управлять процессами почвенного плодородия. Сейчас такой подход признается принципиально недопустимым, так как он не применим к очень сложным системам, «которые не допускают изменения только одного фактора за один раз, ибо эти системы столь динамичны и внутренне связаны, что изменение одного фактора служит непосредственной причиной изменения других, иногда очень многих факторов.

На этой базе было сформулировано *представление об иерархических уровнях структурной организации почвы*, каждый из которых требует специфических методов и подходов исследования, контроля и управления.

Курс лекций по почвоведению

Краткий конспект лекции 1

Почва — это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени.

$$П = f (K * Г * О * Р) * Т,$$

Функции почвы:

- обеспечение существования жизни на Земле;
- обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности;
- регулирование химического состава атмосферы и гидросферы;
- регулирование биосферных процессов;
- аккумуляция активного органического вещества и связанной с ним химической энергии на земной поверхности.

Стадии развития науки о почве

1. Накопление разрозненных фактов о свойствах почв, их плодородии и способах обработки (неолит, бронзовый век).

2. Обособление первичной системы использования почв для орошения, появление способов борьбы с засолением почвы, примитивный кадастр земель (Египет, Месопотамия, Индостан, Мезоамерика).

3. Первичная систематизация сведений о почвах (греко-римская цивилизация IV в. до н.э.—IV в. н.э.), попытка их классификации (12 книг «О сельском хозяйстве» Колумеллы), первые примеры удобрения почв (Варрон), география почв (Геродот, Страбон).

4. Описание почв как земельных угодий для установления феодальных повинностей и привилегий; китайские кадастры, Геопоника» в Византии, землеоценочные акты в Германии, Англии, Франции, «Писцовые книги» в России, оценка почв в Литве, Беларуси и Украине (IV—XVI вв.).

11. Новые идеи о почвах в трудах Авиценны; о формировании почв под воздействием растений (Леонардо да Винчи); роль самой почвы в питании растений (XV—XVII вв.).

12. Зарождение современных воззрений на плодородие почв и их связь с горными породами 1761-1773 гг

13. Расширение и углубление исследований почв и теоретических обобщений (XIX в.) гумусовая теория, начало агрономической химии в трудах Ю. Либиха, Ж.Б. Буссенго.

14. Создание генетического почвоведения, доказательство его важнейших концепций В.В. Докучаевым в его основных трудах.

15. Период развития докучаевского почвоведения между 1914 и 1941 г. характеризуется завоеванием докучаевского учения лидирующего положения в мире.

16. Интенсификация изучения и охраны почвенного покрова мира под эгидой ООН, ЮНЕСКО, ФАО и др. в современный период.

Почвоведение — наука о почве, ее строении, составе, свойствах и географическом распространении, закономерностях ее происхождения, развития, функционирования и роли в природе, путях и методах ее мелиорации, охраны и рационального использования в хозяйственной деятельности человека.

Почвоведение — фундаментальная естественная историческая наука о почвах, их происхождении (генезисе), строении, распространении, роли и функции в биосфере Земли, формировании свойств и режимов, определяющих главное свойство почв — плодородие.

В процессе исторического развития в почвоведении выделились общее и прикладное почвоведение.

Общее, почвоведение направлено на изучение всех особенностей почвы как природного тела.

В фундаментальном почвоведении обособилось несколько научных направлений в зависимости от различных аспектов рассмотрения почвы и методов ее изучения.

Первое из них, которое можно назвать *педогностика*, связано с изучением вещественного состава, строения и свойств почвы. В этом направлении выделились такие разделы почвоведения, как *морфология почв, химия почв, физика почв, минералогия почв, биология почв*.

Вторым важнейшим направлением, которое условно можно назвать *педографией*, служит изучение пространственного распространения и природного разнообразия почв на земной поверхности в связи с общей географией природной среды. В этом направлении обособились такие разделы почвоведения, как *география почв, картография почв, систематика почв, экология почв, оценка почв, почвенная информатика*.

Третье направление общего почвоведения — это *историческое почвоведение*, связанное с изучением генезиса (происхождения, развития) и эволюции почв в контексте общей истории развития земной поверхности. Свои особые подходы и методы имеют здесь *генетика почв* и *палеопочвоведение*.

Четвертое направление можно определить как *динамическое почвоведение*, включающее исследования процессов почвообразования и современных почвенных режимов.

Пятое научное направление — это *региональное почвоведение* связанное с изучением особенностей почв и почвенного покрова крупных регионов (природных или административных) Земли.

Шестое научное направление в общем почвоведении — это *история и методология науки* как часть общего почвоведения.

Прикладное, или частное, почвоведение состоит в изучении различных аспектов использования почвы человеком.

Курс лекций по почвоведению

Сельскохозяйственное почвоведение, или *агрочесоведение*,—это наиболее обширная прикладная отрасль науки о почве. Сельскохозяйственные аспекты почвоведения включают в себя очень широкий круг вопросов агротехники возделывания с/х культур. *Мелиоративное почвоведение* служит теоретической основой комплексной мелиорации почв инженерно-техническими, химическими, биологическими и агротехническими методами.

Лесное почвоведение вместе с лесоведением является научной основой повышения продуктивности лесов, создания наиболее продуктивных искусственных насаждений, лесомелиоративных мероприятий, в том числе агролесомелиорации.

Санитарное почвоведение также имеет большой круг задач в связи с проблемой обезвреживания различных промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов; с проблемой географии болезней растений, животных и человека.

Инженерное почвоведение смыкается по своим задачам и методам с грунтоведением и инженерной геологией, рассматривая почву как основание для сооружений и коммуникаций или как строительный материал.

Методы почвоведения.

Профильный метод требует обязательного изучения почвы с поверхности на всю глубину ее толщи последовательно по генетическим горизонтам вплоть до материнской породы и сопоставления изучаемых свойств или параметров почвенного профиля.

Морфологический метод изучения строения почвенного профиля, является базисным при проведении полевых почвенных исследований и составляет основу полевой диагностики почв.

Сравнительно-географический метод, основанный на сопоставлении почв и соответствующих факторов почвообразования в их историческом развитии и пространственном распространении, позволяет делать обоснованные заключения о генезисе почв и закономерностях их географии.

Сравнительно-исторический метод, базирующийся на принципе актуализма, дает возможность исследовать прошлое почв и почвенного покрова на основании изучения современной ситуации. Детальное изучение погребенных почв и почвенных горизонтов, реликтовых признаков почв и их сопоставление с современными процессами лежат в основе палеопочвоведения — науки о прошлых почвах и о признаках прошлых эпох в современном почвенном покрове.

Метод почвенных ключей, основанный на детальном генетико-морфологическом анализе небольших репрезентативных участков и интерполяции полученных таким путем заключений на иные территории с однотипной структурой почвенного покрова позволяет познать большие территориальные единицы с экономией средств и ресурсов.

Метод почвенных монолитов базируется на принципе физического моделирования почвенных процессов (передвижения влаги, солей, обмена ионов и т. д.) на почвенных колонках (монолитах) ненарушенного строения, взятых особым образом из почвенного разреза.

Метод почвенных лизиметров широко используется для изучения процессов вертикальной миграции веществ в природных почвах. При этом почвенный монолит того или иного объема, в зависимости от целей исследования, погруженный в водонепроницаемую оболочку, помещается на свое место в природную почву, а исследованию подвергаются вытекающие из его нижней части растворы.

Метод почвенно-режимных наблюдений применяется для исследования кинетики современного почвообразования на основе измерения тех или иных параметров (влажность, температура, содержание солей, гумуса, азота, других элементов минерального питания и т. п.) в одной и той же почве в течение длительного времени (вегетационный сезон, год, несколько лет) через заданные временные промежутки. Этот метод лежит в основе биоферного мониторинга.

Балансовый метод служит также для изучения кинетики почвообразования. В его основе лежит тот факт, что наблюдаемый в данный момент времени в почве запас какого-то вещества (воды, солей, азота и т. п.) или энергии является результатом изменения его исходного запаса за счет прихода и расхода в единице объема почвы за определенный промежуток времени.

Метод почвенных вытяжек основан на гипотезе о том, что каждый растворитель (вода, растворы разных кислот, щелочей или солей разной концентрации, органические растворители — спирт, ацетон, бензол и т. п.) экстрагирует из почвы при контролируемых условиях взаимодействия какую-то определенную группу соединений интересующего исследователя элемента.

Аэрокосмические методы представляют инструментальное или визуальное изучение фотографий земной поверхности, полученных в разных диапазонах спектра и с разной высоты, а с другой стороны — прямое исследование с самолетов и космических аппаратов спектральной отражательной или поглотительной способности почвы также в разных областях спектра.

Радиоизотопные методы в почвоведении применяются для изучения процессов миграции тех или иных элементов и их соединений в почвах и в экосистемах на основе меченых атомов (радиоактивных изотопов). Соотношение различных изотопов в почвах, например ^{12}C : ^{14}C , используется для определения возраста почв.

Для анализа гранулометрического, минералогического, химического состава почв в почвоведении используются *физические, физико-химические, химические, биологические аналитические методы*.

Биогеоценологический метод, при котором проводится сопряженное одновременное изучение всех компонентов биогеоценоза: почвы, растений, животных, микроорганизмов, атмосферы, природных вод в определенных условиях географической среды.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ. ЛИТЕРАТУРА.

1. ПОЧВОВЕДЕНИЕ. Под ред. проф., д-ра с.-х. наук / с.-х. наук С. П. Тайчинова. М., «Колос», 1972. 480 с. с илл.
2. Почвы Белорусской ССР. Под ред. чл.-корр. АН БССР П. П. Рогового и канд. с.-х. наук Н. И. Смяна. Мн., «Ураджай», 1974, 328 с.
3. Воробьев С.А., Буров Д.И. Земледелие (Раздел 1). - М.: Колос, 1977
4. Почвоведение/Под ред. Кауричева И.С. - М.: Просвещение. 1980
5. Почвоведение/И. С. Кауричев, Л. Н. Александрова, Н. П. Панов и др.; Под ред. И. С. Кауричева. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1982. — 496 с, ил.
6. Голубев И.Ф. Почвоведение с основами геоботаники. - М.: Колос, 1982
7. Александрова Л. Н., Найденова О. А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению: 4-е изд., перераб. и доп.—Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1986.—295 с, ил.
8. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч./Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование/Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. — М.: Высш. шк., 1988. — 400 с: ил.
9. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения. - М.: Колос, 1997.
10. Почвоведение с основами геологии: Учеб. пособие /А.И. Горбылева, Д.М. Андреева, В.Б. Воробьев, Е.И. Петровский; Под ред. А.И. Горбышевой. — Мн.: Новое знание, 2002. — 480 с, [4] л. ил.: ил.
11. Фирсов И. П., Соловьев А. М., Трифонова М. Ф. Технология растениеводства. — М.: Колос, 2004. — 472 с: ил.
12. География почв. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. Москва. Колос С.2004.

Лекция 2. Факторы почвообразования

1. Большой геологический круговорот веществ в природе	19
2. Малый биологический круговорот веществ	19
3. Выветривание горных пород и его типы	20
4. Учение о факторах почвообразования	22
4.1. Климат как фактор почвообразования	22
4.2. Рельеф как фактор почвообразования	24
4.3. Почвообразующие породы как фактор почвообразования	24
4.4. Биологический фактор почвообразования	25
4.5. Стадии в развитии почв	28
4.6. Основные почвообразовательные процессы	28
4.7. Производственная деятельность человека	30
Краткий конспект Лекции 2	32

1. Большой геологический круговорот веществ в природе

Каждое природное тело или образование имеет свои функции, причем различного масштаба. Функции почвы глобальные и многогранные.

Одной из важнейших глобальных функций почвы является обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности.

В ранний абиотический период геологической истории это были *геохимические циклы*.

С появлением жизни на Земле они были трансформированы в *биогеохимические циклы*.

С появлением человека и образованием техносферы эти циклы постепенно трансформировались в *технобиогеохимические циклы*, играющие все возрастающую роль в глобальной циркуляции веществ.

Большой геологический круговорот веществ – геологические процессы превращения и перемещения массы горных пород на протяжении геологических эпох.

Большой геологический круговорот веществ включает следующие главные циклы:

появление изверженных пород на земной поверхности — выветривание — почвообразование — эрозия и денудация — накопление континентальных и океанических осадков — метаморфизм осадков — выход на поверхность осадочных пород с новым циклом выветривания, почвообразования, денудации и осадконакопления либо их опускание в геосинклинальных областях в мантию и переплавка, после чего опять выход на поверхность в новом цикле вулканизма.

2. Малый биологический круговорот веществ

Важнейшую роль в большом геологическом круговороте веществ играют малые биологические и техносферные циклы, попадая в которые элементы надолго выключаются из глобального геохимического потока, многократно участвуя в бесконечных преобразованиях вещества земной поверхности.

Особенно большое значение для почвообразования имеет *малый биологический круговорот веществ*.

Малый биологический круговорот веществ, согласно В.Р. Вильямсу, есть процесс превращения и перемещения веществ, связанный с появлением и развитием растительного покрова. Основным итогом биологического круговорота – биологическая аккумуляция элементов питания в корнеобитаемом слое почвы и их концентрация в нем, что и обуславливает постепенное развитие

плодородия. Интенсивность биологического круговорота зависит от физико-географических условий и характера растительности.

В качестве наиболее важных слагаемых почвообразовательного процесса выделим следующие:

1. Превращение минеральной горной породы, из которой образуется почва, а в дальнейшем и самой почвы, которое совершается при участии живых организмов и продуктов их жизнедеятельности и должно рассматриваться как биохимический процесс.
2. Накопление в почве органических остатков и их постепенная трансформация.
3. Взаимодействие минеральных и органических веществ с образованием сложной системы органоминеральных соединений.
4. Накопление (аккумуляция) в верхней части почвы ряда биофильных элементов, прежде всего, элементов питания.
5. Передвижение продуктов почвообразования с током влаги по вертикальной толще формирующейся почвы.

3. Выветривание горных пород и его типы

Выветривание является начальным этапом большого геологического круговорота веществ на земной поверхности.

Выветривание — совокупность сложных и разнообразных процессов количественного и качественного изменения горных пород и слагающих их минералов под воздействием атмосферы, гидросферы и биосферы.

Горизонты горных пород, где протекают процессы выветривания, называются корой выветривания.

В ней различают две зоны: зону поверхностного, или современного, выветривания и зону глубинного, или древнего, выветривания.

Мощность коры современного выветривания, в которой может протекать почвообразовательный процесс, колеблется от нескольких сантиметров до 2—10 м.

В процессе выветривания различают по преобладающему действию тех или других факторов три формы — физическое, химическое и биологическое.

Физическое выветривание — механическое раздробление горных пород и минералов без изменения их химического состава.

Выветривание начинается с поверхности, здесь возникают большие градиенты суточных и сезонных температур. Постепенно выветривание захватывает более глубокие слои породы и затухает в поясе постоянных температур. Наиболее интенсивно оно протекает при больших амплитудах колебания температур; например, в жарких пустынях поверхность пород иногда нагревается до 60—70 °С, а ночью охлаждается почти до 0 °С.

Физическое выветривание ускоряется при наличии воды, которая, проникая в трещины горных пород, создает капиллярное давление большой силы. Еще сильнее разрушающая сила воды при замерзании.

В результате физического выветривания горная порода уже способна пропускать воздух и воду и задерживать некоторое количество ее. Физическое выветривание, раздробляя и разрыхляя массивные породы, значительно увеличивает общую поверхность, что создает благоприятные условия для проявления химического выветривания.

Химическое выветривание — процесс химического изменения и разрушения горных пород и минералов с образованием новых минералов и соединений.

Важнейшими факторами этого процесса являются вода, углекислый газ и кислород. Вода — энергичный растворитель горных пород и минералов.

Разложение минералов водой усиливается с повышением температуры и насыщением ее углекислым газом; который придает воде кислую реакцию, что увеличивает разрушающее действие на минералы. На ход химического разложения минералов влияет и температура.

Основная химическая реакция воды с минералами магматических пород — гидролиз приводит к замене катионов щелочных и щелочноземельных элементов кристаллической решетки на ионы водорода диссоциированных молекул воды.

С деятельностью воды связана также гидратация — химический процесс присоединения частиц воды к частицам минералов.

Гидратация наблюдается и в более сложных по составу минералах — силикатах и алюмосиликатах. Она приводит к разрыхлению 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.

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

В результате химического выветривания изменяется физическое состояние минералов и разрушается их кристаллическая решетка.

Порода обогащается новыми (вторичными) минералами и приобретает связность, влагоемкость, поглощательную способность и другие свойства.

Биологическое выветривание — механическое разрушение и химическое изменение горных пород и минералов под действием организмов и продуктов их жизнедеятельности. В разрушении горных пород в поверхностных слоях земли активно участвуют живые организмы; нет чисто абиотических (безжизненных) механических и химических процессов выветривания.

При биологическом выветривании организмы извлекают из породы необходимые для построения своего тела минеральные вещества и аккумулируют их в поверхностных горизонтах породы, создавая условия для формирования почв.

С поселением организмов на горной породе ее выветривание значительно усиливается. Корни растений и микроорганизмы выделяют во внешнюю среду углекислый газ и различные кислоты (щавелевую, яблочную, янтарную и др.), которые оказывают разрушающее действие на минералы.

Нитрификаторы образуют азотную кислоту, серобактерии и тионовые бактерии — серную. Эти кислоты растворяют многие минеральные соединения и усиливают процесс выветривания.

Слизистые выделения силикатных бактерий, близких к роду *Meghatherium*, могут разрушать полевые шпаты. Грибы рода *Penicillium* выделяют вещество, которое разрушает первичные минералы.

Значительное участие в биологическом выветривании массивных пород принимают лишайники, выделяя углекислоту и специфические кислоты. Лишайники разрушают породы как химически, так и отчасти механически проникновением гиф по плоскостям спайности внутрь зерен первичных минералов.

Животные, как и растения, механически разрыхляют горные породы и своими выделениями способствуют их изменению.

При выветривании наряду с разрушением первичных минералов образуются и вторичные минералы.

Процессы выветривания в значительной степени обусловлены климатом. Интенсивность выветривания определяется главным образом температурой и количеством осадков. В условиях засушливого климата растворимые продукты выветривания накапливаются, в условиях влажного климата выщелачиваются.

Поэтому на земном шаре образуются различные типы коры выветривания, различающиеся по минералогическому составу.

Различают два основных типа коры выветривания:

сиаллитную, распространенную в регионах с умеренно-влажным климатом, для нее характерны образование глинистых минералов, преимущественно монтмориллонитовой группы, и гидрослюд, сохранение наиболее устойчивых первичных минералов;

аллитную, формирующуюся в условиях влажного субтропического и тропического климата, для которой характерно господство вторичных минералов группы гидроокисей железа и алюминия, почти полное разрушение первичных минералов (кроме кварца), вынос оснований и кремнезема; в составе глинистых минералов преобладают каолинит или галуазит.

4. Учение о факторах почвообразования

Под факторами почвообразования понимаются внешние по отношению к почве компоненты природной среды, под воздействием и при участии которых формируется почвенный покров земной поверхности.

Основатель генетического почвоведения В. В. Докучаев положил начало учению о факторах почвообразования.

Функциональную взаимосвязь между почвенным покровом и главнейшими факторами почвообразования В. В. Докучаев выразил формулой

$$П = f(K, O, G, P)T,$$

где П — почва, К — климат; О — организм; Г — горные породы; Р — рельеф; Т — время.

Перечисленные факторы в их разнообразном сочетании по земному шару создают великое множество типов почв, их комбинаций, сочетаний и комплексов, неповторимую мозаику почвенного покрова.

В. В. Докучаев считал все факторы равнозначными и незаменимыми.

Однако, наблюдая значительную вариабельность в характере почвенного покрова в различных регионах страны и его зависимость от совокупности конкретных природных условий, В. В. Докучаев допускал возможность в тех или иных условиях направляющего действия на процесс почвообразования одного какого-либо из факторов.

Почва как особое природное тело формируется в результате тесного взаимодействия следующих факторов — **климата, растительности, почвообразующих пород, рельефа местности и возраста страны (времени).**

4.1. Климат как фактор почвообразования

Климат — главный количественный показатель состояния атмосферы и воздействующих на почву атмосферных процессов, прежде всего поступления в почву тепла и воды.

В аспекте геологического времени климат — явление переменное. С изменением климата тесно связана история развития органического мира, а, следовательно, и история развития почвенного покрова Земли.

Климат играет важнейшую роль в закономерном размещении типов почв по земному шару, ему принадлежит огромная роль в установлении определенных циклов динамики почвообразовательных процессов, их специфике и направленности.

Под атмосферным климатом понимается среднее состояние атмосферы той или иной территории (земного шара, материков, стран, областей, районов и т.п.), характеризующееся средними показателями метеорологических элементов (температура, осадки, влажность воздуха и т.д.) и их крайними показателями, дающими амплитуды колебаний в течение суток, сезонов и целого года.

Курс лекций по почвоведению

Роль климата в почвообразовании прежде всего в том, что он оказывает влияние на основной фактор почвообразования — растительность. От климата зависит общий характер зонального растительного покрова, энергии биологических процессов в почве.

Из элементов климата непосредственно на почвообразование влияют температура и атмосферные осадки, определяющие типы теплового и водного режимов почвы. Однако водно-тепловой режим, обусловленный климатом данной местности, существенно изменяется растительным покровом.

Климаты подразделяют на группы по термическим условиям и увлажнению.

Основанием для выделения термических групп климата является неодинаковое распределение температуры по различным географическим широтам.

Показателем принимается сумма среднесуточных температур выше 10° за вегетационный период.

По этому показателю выделяются следующие главные термические группы климатов:

Сумма температур $>10^{\circ}$

Холодные (полярные)	менее 600
Умеренно холодные (бореальные)	600–2000
Умеренно теплые (суббореальные)	2000–3800
Теплые (субтропические)	3800–8000
Жаркие (тропические) более	8000

Основанием для выделения групп климата по условиям увлажнения является неодинаковая обеспеченность растительности и почв влагой.

Она определяется соотношением между количеством выпадающих осадков и испаряемостью с открытой водной поверхности, получившим название коэффициента увлажнения. По данному признаку выделяются следующие главные группы климатов:

Коэффициент увлажнения по Высоцкому—Иванову

Группы климатов

1.Очень влажные (экстрагумидные)	>3	
2.Влажные (гумидные)		3—1
3.Полувлажные (семигумидные)		1—0,5
4.Полусухие (семиаридные)		0,5—0,3
5.Сухие (аридные)		0,3—0,1
6.Очень сухие (экстрааридные)		$<0,1$

Таким образом, разносторонняя роль климата как фактора почвообразования проявляется в следующем.

Во-первых, определенное сочетание температурных условий и увлажнения обуславливает тип растительности, темпы создания и разрушения органического вещества, состав и интенсивность деятельности почвенной микрофлоры и фауны.

Во-вторых, атмосферный климат, преломляясь через свойства и состав почвы, оказывает огромное влияние на водно-воздушный, температурный и окислительно-восстановительные режимы почвы.

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

В-четвертых, климат оказывает большое влияние на процессы ветровой и водной эрозии почв.

Курс лекций по почвоведению
4.2. Рельеф как фактор почвообразования

Рельеф, как и климат, является одним из условий, в которых развиваются почвы. Он имеет очень важное значение в почвообразовании и размещении почв по территории.

Различают три группы форм рельефа: макрорельеф, мезорельеф и микрорельеф.

Под макрорельефом понимают самые крупные формы рельефа, определяющие общий облик большой территории: равнины, плато, горные системы.

Возникновение макрорельефа связано главным образом с тектоническими явлениями в земной коре. Они оказывают влияние на движение воздушных масс и формирование климата обширных территорий.

Мезорельеф — формы рельефа средних размеров: увалы, холмы, лощины, долины, террасы и их элементы — плоские участки, склоны разной крутизны. Элементы мезорельефа играют основную роль в перераспределении света, тепла и влаги.

Склоны разной крутизны и экспозиции нагреваются и освещаются по-разному. Крутые южные склоны нагреваются сильнее, чем пологие. На южные склоны света и тепла поступает больше, а на северные меньше, чем на ровную поверхность. Почвы на южных склонах испаряют влаги больше по сравнению с почвами северных экспозиций. Неодинаковое нагревание почв склонов разных направлений сказывается на различии в составе растительности, особенно в горных странах.

Под микрорельефом понимают мелкие формы рельефа, занимающие незначительные площади (от нескольких квадратных дециметров до нескольких сотен квадратных метров), с колебаниями относительных высот в пределах одного метра. Сюда относятся бугорки, понижения, западины, возникающие на ровных поверхностях рельефа из-за просадочных явлений, мерзлотных деформаций или других причин.

В настоящее время различают по положению в рельефе и по определяемому им перераспределению осадков следующие группы почв, которые называются рядами увлажнения.

Автоморфные почвы — формируются на ровных поверхностях и склонах в условиях свободного стока поверхностных вод, при глубоком залегании грунтовых вод (глубже 6 м).

Полугидроморфные почвы — формируются при кратковременном застое поверхностных вод или при залегании грунтовых вод на глубине 3—6 м (капиллярная кайма может достигать корней растений).

Гидроморфные почвы — формируются в условиях длительного поверхностного застоя вод или при залегании грунтовых вод на глубине менее 3 м (капиллярная кайма может достигать поверхности почвы).

4.3. Почвообразующие породы как фактор почвообразования

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

Почвообразующие породы характеризуются по их происхождению, составу, строению и свойствам.

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

Главными почвообразующими породами являются рыхлые осадочные. Именно на них почти повсеместно развиваются почвы.

Осадочные породы — отложения продуктов выветривания массивно кристаллических пород или остатков различных организмов. Они подразделяются на обломочные, химические осадки и биогенные.

В отличие от плотных коренных пород они характеризуются благоприятными для почвообразования свойствами: рыхлым сложением, пористостью, водопроницаемостью, водоудерживающей и поглотительной способностью.

К наиболее распространенным осадочным породам относятся континентальные четвертичные отложения:

ледниковые, водно-ледниковые, лессы и лессовидные суглинки, элювиальные, аллювиальные, делювиальные, пролювиальные, эоловые, менее распространены озерные, морские.

Породы делятся на одночленные, однородные по составу до глубины промачивания и многочленные (дву-, трехчленные и т.д.).

Для территории Беларуси весьма характерно двучленное строение почвообразующих пород.

Преобладающими почвообразующими породами на территории Беларуси являются ледниковые и водно-ледниковые образования.

4.4. Биологический фактор почвообразования

Под биологическим фактором почвообразования понимается многообразное участие живых организмов и продуктов их жизнедеятельности в почвообразовательном процессе.

Наиболее могущественным фактором, оказывающим влияние на направление почвообразовательного процесса, являются живые организмы. Начало почвообразования всегда связано с поселением организмов на минеральном субстрате.

Пионерами в освоении и преобразовании косного минерального вещества в почве являются различные виды микроорганизмов, лишайники, водоросли. Они еще не создают почву, они готовят биогенный мелкозем — субстрат для поселения высших растений — основных продуцентов органического вещества.

Высшим растениям, как главным накопителям вещества и энергии в биосфере, и принадлежит ведущая роль в процессах почвообразования.

Роль древесной и травянистой, лесной и степной или луговой растительности в процессах почвообразования существенно различна.

Под лесом опад, являющийся главным источником гумуса, поступает преимущественно на поверхность почвы. В меньшей степени в гумусообразовании участвуют корни древесной растительности.

Процесс почвообразования при промывном водном режиме под лесами чаще идет по типу подзолообразования. Формирующиеся почвы характеризуются высокой кислотностью, ненасыщенностью основаниями, малой гумусностью, низким содержанием питательных элементов, особенно азота, пониженной биологической активностью и низким уровнем плодородия.

В смешанных и, особенно, в широколиственных лесах лиственный опад более мягкий, содержит в своем составе высокое количество оснований, богат азотом.

В лесах подобного типа в гумусообразовании принимает большое участие опад травянистой растительности. Освобождающиеся при минерализации опада основания нейтрализуют кислые продукты почвообразования, синтезируется более насыщенный кальцием гумус гуматно-фульватного типа.

Формируются серые лесные или бурые лесные почвы с менее кислой реакцией, нежели у подзолистых почв, возрастает степень насыщенности почв основаниями, повышается содержание азота, усиливается биологическая активность почв.

Иной характер поступления органических остатков и химических элементов в почву наблюдается под пологом травянистой степной или луговой растительности.

Почвообразовательный процесс, протекающий под влиянием травянистой растительности, носит название *дернового процесса*. Под пологом степной растительности сформировались почвы черноземные с высоким запасом гумуса и отличающиеся от всех известных почвенных типов своим исключительно высоким естественным плодородием. Под покровом травянистой растительности пойменных террас формируются различные луговые, лугово-дерновые и дерновые почвы, также отличающиеся высоким природным плодородием.

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

По размерам особей представителей почвенной фауны можно разделить на четыре группы:

- а) *микрофауна* — организмы, размер которых менее 0,2 мм; это главным образом протозоа, нематоды, ризоподы, эхинококки, живущие во влажной почвенной среде;
- б) *мезофауна* — животные размером от 0,2 до 4 мм; это микроартроподы, мельчайшие насекомые, некоторые мириаподы и специфические черви, приспособленные к жизни в почве, имеющей достаточно влажный воздух;
- в) *макрофауна* — состоит из животных размером от 4 до 80 мм; это земляные черви, моллюски, насекомые (муравьи, термиты и др.);
- г) *мегафауна* — размер животных более 80 мм — крупные насекомые, крабы, скорпионы, кроты, змеи, черепахи, мелкие и крупные грызуны, лисы, барсуки и другие животные, роющие в почвах ходы и норы.

Среди почвенных животных абсолютно преобладают беспозвоночные. Их суммарная биомасса в 1000 раз больше общей биомассы позвоночных.

Функции беспозвоночных и позвоночных животных важны и разнообразны; одна из них — разрушение, измельчение и поедание органических остатков на поверхности почвы и внутри ее.

Примером необычайно интенсивного воздействия на почву служит работа дождевых червей. На площади в 1 га черви ежегодно пропускают через свой кишечник в разных почвенно-климатических зонах от 50 до 600 т мелкозема. Вместе с минеральной массой при этом поглощается и перерабатывается огромное количество органических остатков. В среднем экскременты червей (копролиты) составляют до 25 т/га-год. При этом осуществляется работа по перераспределению переработанного органического вещества не только в профиле почв, но и по их поверхности.

Продельвая многочисленные ходы и норки, они улучшают физические свойства почвы: повышают ее пористость, аэрацию, влагоемкость и водопроницаемость. В почвах, обогащенных продуктами жизнедеятельности дождевых червей — капролитами, значительно возрастает количество гумуса, увеличивается сумма обменных оснований, снижается кислотность почв. Почвы, содержащие капролиты червей, обладают и более водопроходной структурой.

Столь же большая работа производится насекомыми, их личинками и другими животными. Насекомые, активно участвуя в переработке растительных остатков обогащают почву гумусом и минеральными веществами.

Вторая функция почвенных животных выражается в накоплении в их телах элементов питания и главным образом в синтезе азотсодержащих соединений белкового характера. После завершения жизненного цикла животного наступает распад тканей и возврат в почву накопленных в телах животных веществ и энергии.

Деятельность роющих животных оказывает большое влияние на перемещение масс грунта и почвы, на формирование своеобразного микро- и нанорельефа.

В некоторых случаях перерытость почв и выбросы на поверхность достигают таких размеров, что возникает необходимость введения в номенклатуру почв специальных определений (например, карбонатный перерытый чернозем).

Позвоночные животные. Среди позвоночных, активно участвующих в процессах почвообразования, наибольшая роль принадлежит грызунам.

Все грызуны роют в почвенной толще норы, перемешивая и выбрасывая на поверхность огромное количество земли. Некоторые из них образуют в почве так называемые кротовины — ходы, засыпанные массой почвы или породы.

Совершенно своеобразную и исключительно важную роль в процессах почвообразования играют микроорганизмы. Если высшие растения являются главными продуцентами биологической массы, то микроорганизмам принадлежит основная роль в глубоком и полном разрушении органических веществ.

Особенность почвенных микроорганизмов состоит в способности их разлагать сложнейшие высокомолекулярные соединения до простых конечных продуктов: газов (углекислота, аммиак и др.), воды и простых минеральных соединений.

Главная масса микроорганизмов сосредоточена в пределах верхней 20-сантиметровой толщи почвы, наиболее густо пронизанной корнями и заселенной мезофауной.

Таким образом, в почвообразовании участвуют три группы организмов — зеленые растения, микроорганизмы и животные, образующие на суше сложные биоценозы.

Вместе с тем функции каждой из этих групп как почвообразователей различны.

Зеленые растения являются единственным первоисточником органических веществ в почве, и основной функцией их как почвообразователей следует считать биологический круговорот веществ — поступление из почвы элементов питания и воды, синтез органической массы и возврат ее в почву после завершения жизненного цикла.

Основными функциями микроорганизмов как почвообразователей являются разложение растительных остатков и почвенного гумуса до простых солей, используемых растениями, участие в образовании гумусовых веществ, в разрушении и новообразовании почвенных минералов.

Основными функциями почвенных животных является разрыхление почвы и улучшение ее физических и водных свойств, обогащение почвы гумусом и минеральными веществами.

Второй функцией почвенных животных это накопление в их телах элементов питания и главным образом в синтезе азотсодержащих соединений белкового характера. После завершения жизненного цикла животного наступает распад тканей и возврат в почву накопленных в телах животных веществ и энергии.

Возраст почв

Различают понятие абсолютного и относительного возраста почв.

Абсолютный возраст — время, прошедшее с начала формирования почвы до настоящего времени. Он колеблется от нескольких лет до миллионов лет.

Наибольший возраст имеют почвы тропических территорий, не претерпевших различного рода нарушений (водная эрозия, дефляция и т.п.).

Абсолютный возраст почв значительной территории нашей страны исчисляется тысячами и десятками тысяч лет.

Для северных областей он связан с периодом их освобождения от четвертичного оледенения и ледниковых вод, для ряда территорий — с морскими трансгрессиями (Прикаспийская низменность и др.).

Самые молодые почвы развиты в современной пойме.

Относительный возраст характеризует скорость почвообразовательного процесса, быстроту смены одной стадии развития почвы другой. Он связан с влиянием состава и свойств пород, условий рельефа на скорость и направление почвообразовательного процесса.

4.5. Стадии в развитии почв

Почвообразование — длительный процесс, зависящий от комплекса факторов, в результате чего его слагаемые на разных этапах возникновения и развития почвы имеют свои особенности.

В общем каждая почва проходит ряд последовательных стадий

1 — начальное почвообразование; 2—развитие почвы; 3 — климаксное состояние ; 4 — эволюция почвы.

1. Стадия начального, или первичного, почвообразовательного процесса. Ведет отсчет с момента заселения горной породы организмами и весьма длительна, поскольку из-за низкой продуктивности низших организмов (грибы, бактерии, мхи, водоросли, лишайники) и емкость биологического круговорота низкая. Накопление элементов почвенного плодородия происходит медленно.

2. Стадия развития почвы.

Она сменяет начальное почвообразование с момента, когда резко возрастает объем биологического круговорота вследствие расширения деятельности высших растений.

В результате в почве накапливается много таких соединений, каких не было в породе и которые являются доступными для последующих поколений живых организмов.

При этом трансформация каждого элемента в этих соединениях специфична, в результате чего в почвах появляются доступные для растений минеральные соединения азота, фосфора, обменные катионы макро- и микроэлементов.

Стадия развития почвы может продолжаться сотни, тысячи лет и более, что зависит от развития и сочетания ЭПП во времени и изменчивости факторов почвообразования. На определенном этапе процесс почвообразования замедляется, почва достигает равновесия по главным признакам (содержание гумуса, мощность горизонтов и др.) и для нее наступает третья стадия.

3. Стадия равновесия. Это климаксное состояние почвы, оно длится неопределенно долго. На данной стадии основные свойства почв относительно стабильны во времени, а биогеохимический круговорот способствует воспроизводству этих свойств. Однако при этом интенсивность отдельных процессов может быть даже значительнее, чем на начальных стадиях формирования почвы.

4. Стадия эволюции почвы.

Она сменяет стадию равновесия в результате саморазвития в целом экосистемы или в результате изменения одного или нескольких факторов почвообразования.

При этом образуется новая почва с новым комплексом свойств, таких, например, как формирование луговых почв из болотных при обсыхании территории или, наоборот, болотных почв при заболачивании автоморфных почв, т.е. новая почва образовалась не из породы, а из существовавшей до этого времени другой почвы.

4.6. Основные почвообразовательные процессы

Разнообразие почв в природе обусловлено сочетанием различных почвообразовательных процессов, которые определяют типы почвообразования в разных физико-географических зонах.

Все многообразие почв в природе — в основном результат дернового (гумусово-аккумулятивного), подзолистого, болотного (гидроморфного), латеритного (ферраллитного), солонцового (галогеенного) типов почвообразования.

Дерновый (гумусово-аккумулятивный) процесс — интенсивное гумусонакопление и аккумуляция биофильных элементов.

Развивается под воздействием многолетней травянистой растительности в условиях умеренно влажного климата и особенно энергично при непромывном типе водного режима на рыхлых карбонатных породах (лессах) в степной зоне.

Короткий цикл развития трав (1—3 года), травянистая растительность, богатая азотом и зольными элементами при значительной доле корней (от 20—25 до 85—97% от всей фитомассы), обуславливают протекание процессов гумификации непосредственно в почве.

Курс лекций по почвоведению

В результате формируется мощный гумусовый горизонт, обогащенный питательными элементами, постепенно переходящий к материнской породе.

Взаимодействие гумусовых веществ с обменными катионами Ca и Mg обеспечивает формирование в почве агрономически ценной водопроходной структуры.

При таком типе почвообразования формируются типичный чернозем в лесостепи и обыкновенный чернозем в степной зоне.

Подзолистый процесс в чистом виде развивается под пологом хвойного леса с бедной травянистой растительностью в условиях влажного климата при промывном типе водного режима на бескарбонатных породах.

Древесные и растительные остатки накапливаются на поверхности почвы, они бедны азотом и кальцием, зато содержат труднорастворимые соединения, такие как лигнин, смолы, дубильные вещества.

Разложение этих остатков осуществляется в основном грибной микрофлорой, что обуславливает накопление в составе гумуса фульвокислот, а в почве — низкомолекулярных органических кислот (муравьиной, уксусной, лимонной и др.), хорошо растворимых в воде.

Под влиянием органических кислот, особенно фульвокислот, в верхней части профиля первичные и вторичные минералы разрушаются и продукты разрушения выносятся в нижележащие горизонты и грунтовые воды.

В результате под лесной подстилкой образуется подзолистый горизонт светло-серого и белесого цвета, обогащенный кремнеземом вследствие выноса оксидов железа, алюминия, марганца, обедненный элементами питания и илистой фракцией, имеет кислую реакцию¹.

Под ним образуется горизонт вмывания, в котором одна часть продуктов закрепляется, а другая выносится за пределы почвенного профиля. Иногда в иллювиальном горизонте накапливаются гумусовые вещества, тогда такие почвы называются подзолистыми иллювиально-гумусовыми.

Типичными представителями такого типа почвообразования являются подзолистые почвы таежно-лесной зоны.

Лессиваж также связан с оподзоливанием почвы. Это сложный процесс, включающий механическое проиживание, комплекс физико-химических явлений, вызывающий диспергирование илстых частиц и перемещение их с нисходящим током воды.

Процесс протекает под листовыми лесами при участии менее кислого гумуса и сопровождается передвижением илстых частиц из верхних горизонтов в нижние без разрушения. Развитие лессиважа усиливает слабокислая и близкая к нейтральной реакция среды.

Болотный процесс развивается под влиянием болотной растительности (моховой и осоковой) в условиях постоянного избыточного увлажнения, создаваемого грунтовыми или поверхностными водами. В таких условиях развиваются два почвообразовательных процесса — оглеение и торфообразование.

Оглеение — сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий при переувлажнении почв в анаэробных условиях при обязательном наличии органического вещества и участии анаэробных микроорганизмов.

Впервые на биохимическую природу оглеения указал Г.Н. Высоцкий, введя в 1905 г. термины «глей» и «преобразование».

Главную роль в процессе оглеения играет превращение элементов с переменной валентностью (Fe, Mn, N). Значительным превращениям подвергаются соединения фосфора, которые сопровождаются накоплением фосфатов закиси железа типа вивианита, а при смене восстановительных условий на окислительные — накоплением труднорастворимых фосфатов оксида железа.

Превращение азота сопровождается его потерями в результате развития денитрификации, продуктами восстановления серы являются H_2S и FeS , а восстановление марганца сопровождается образованием его подвижных соединений.

Наиболее характерная особенность процесса оглеения — восстановление оксида железа в закисную форму.

Гидроксид железа обнаруживается в виде ржавых и охристых пятен, примазок, ортандов и других образований, появляющихся при смене окислительно-восстановительных реакций.

В условиях устойчивого анаэробноза закисные формы железа взаимодействуют с первичными и вторичными минералами, образуя вторичные алюмоферрисиликаты с сизовой, голубоватой, грязно-зеленоватой окраской.

Если последние придают характерную сплошную окраску всему горизонту, то такие горизонты и почвы называются глеевыми,

если же в профиле появляются только отдельные сизовато-голубоватые пятна, то такие горизонты и почвы называются глееватыми.

Торфообразование — накопление в условиях избыточного увлажнения на поверхности почвы полуразложившихся растительных остатков в результате замедленной их гумификации и минерализации, ведущее к образованию поверхностных горизонтов торфа различной степени разложения и мощности, которая может достигать 10 м и более.

Торфообразование — биохимический процесс, в котором участвуют многочисленные группы микроорганизмов: вначале — грибы и неспороносные бактерии, затем спороносные.

Их деятельность динамична, зависит от смены условий анаэробных на аэробные и наоборот, что резко тормозит разложение органических остатков и вовлечение зольных элементов и азота в биологический круговорот. Поэтому возникает относительный недостаток элементов питания для растений, который является причиной развития определенных групп болотной растительности.

Наиболее распространенными растениями из травянистых являются осоки (*Carex L.*), пушицы (*Elyophorum L.*), камыш (*Scirpus L.*), тростник (*Phragmites communis Trin.*), рогоз (*Typha L.*), хвощовые (*Equisetaceae*) и другие, среди полукустарниковых и древесных — багульник (*Ledum palustre L.*), ива (*Salix L.*), береза (*Betula L.*), ольха черная (*Alnus glutinosa (L.) Hieb.*)

Типичными представителями почв, сформировавшихся в результате болотного процесса на территории Республики Беларусь, являются дерновые и дерново-подзолистые заболоченные, болотно-подзолистые, торфяно-болотные низинные и верховые, аллювиальные болотные и пойменные.

Латеритный процесс (латеритизация), с одной стороны, это процесс внутрпочвенного ожелезнения материнской породы в результате накопления полутораоксидов железа и алюминия, а с другой — выщелачивание кремнезема в условиях теплого и достаточно влажного климата.

В результате формируется большая группа почв от красноземов и желтоземов в субтропиках до типичных ферралитных почв влажных тропиков.

Солонцовый (галогенный) процесс — накопление водорастворимых солей в почвенном профиле при выпотном типе водного режима в условиях минерализованных грунтовых вод и засоленных материнских пород. В результате образуются сначала солончаки, различающиеся по роду и составу солей (хлоридные, сульфатные, содовые и др.), при вымывании солей — солонцы, при дальнейшем промывании — солоды (солончаковатость — солонцеватость — осолодение, схема К. К. Гедройца).

4.7. Производственная деятельность человека

Производственная деятельность человека — специфический мощный фактор воздействия на почву (обработка, удобрения, мелиорация и т. п.) и на весь комплекс окружающих усло-

вий развития почвообразовательного процесса (растительность, элементы климата, гидрологию).

В процессе производственной деятельности человек оказывает огромное влияние на природные факторы почвообразования и почвы. Однако характер влияния человека на почву принципиально отличается от роли природных факторов.

Почва, формируясь под совокупным действием природных условий, изменяется в соответствии с медленными изменениями в окружающей среде, протекающими как естественный, стихийный процесс.

Человек влияет на почву путем целенаправленной деятельности, при этом изменение почвы может совершаться очень быстро.

Способы воздействия человека на почву многообразны. Уничтожение природной растительности, замена ее сельскохозяйственными культурными растениями вносит изменения в биологический круговорот зольных элементов и азота, в водно-воздушный и тепловой режимы почвы, меняет ее биологию.

Вырубка леса и превращение этих площадей в луговые угодья коренным образом изменяет направление почвообразования. Вместе с тем вырубка леса влечет за собой и изменения климата.

Осушение болотных и заболоченных почв, орошение почв южной зоны, мелиорация солончаков и солонцов, посадка ползащитных лесных полос на черноземных и других почвах степей, известкование кислых почв, обработка, особенно глубокая вспашка, внесение удобрений и пр. приводят к резкой перестройке биологических, химических и других явлений, резко изменяют водные, воздушные, тепловые и другие свойства почв.

Таким образом, используя природные почвы как средство сельскохозяйственного производства, человек изменяет условия почвообразования, интенсивность почвообразовательного процесса, а в ряде случаев направление его и, следовательно, свойства почв.

На разных исторических этапах развития общества влияние производственной деятельности человека на факторы почвообразования и почвы было различным. Оно изменялось в соответствии с менявшимися формами общественного производства и уровнем развития производительных сил. В современную эпоху производственная деятельность человека становится решающим фактором почвообразования на значительных пространствах.

Однако при самом интенсивном агротехническом и мелиоративном воздействии на почву естественный процесс почвообразования, связанный с окружающей природной средой, не перестает действовать. Меняется только его направление или интенсивность.

Агроном в своей практической работе имеет дело преимущественно с почвами, измененными сельскохозяйственной деятельностью человека. Поэтому главной задачей агронома является изучение процессов почвообразования в его культурной стадии и осуществление такой системы агромероприятий, которая способствовала бы развитию благоприятных для сельскохозяйственных растений свойств почвы, повышению ее эффективного плодородия.

Неправильное использование почв без учета их свойств, условий развития, с нарушением научно обоснованных рекомендаций применения того или иного приема приводит не только к отсутствию необходимого эффекта в повышении плодородия почв, но и может вызвать существенное их ухудшение (развитие эрозии, вторичное засоление, заболачивание, загрязнение почвенной среды и т.д.).

Производственная деятельность человека ускоряет или, наоборот, замедляет процесс развития эволюционного преобразования почвы. Поэтому наблюдаемый в настоящее время почвенный покров страны, особенно на сельскохозяйственной площади, является результатом совокупного воздействия природных факторов и хозяйственной деятельности человека.

Курс лекций по почвоведению Конспект Лекции 2. Факторы почвообразования.

Выветривание является начальным этапом большого геологического круговорота веществ на земной поверхности.

Выветривание — совокупность сложных и разнообразных процессов количественного и качественного изменения горных пород и слагающих их минералов под воздействием атмосферы, гидросферы и биосферы.

Горизонты горных пород, где протекают процессы выветривания, называются *к о р о й в ы в е т р и в а н и я*. В ней различают две зоны: зону поверхностного, или современного, выветривания и зону глубинного, или древнего, выветривания.

В процессе выветривания различают по преобладающему действию тех или других факторов три формы — физическое, химическое и биологическое.

Физическое выветривание — механическое раздробление горных пород и минералов без изменения их химического состава.

Химическое выветривание — процесс химического изменения и разрушения горных пород и минералов с образованием новых минералов и соединений.

Биологическое выветривание — механическое разрушение и химическое изменение горных пород и минералов под действием организмов и продуктов их жизнедеятельности.

Большой геологический круговорот веществ – геологические процессы превращения и перемещения массы горных пород на протяжении геологических эпох.

Малый биологический круговорот веществ – комплекс процессов обеспечивающий циклическую динамику биогеохимии почвообразования.

Факторы почвообразования *климат, растительность, почвообразующие породы, рельеф местности, возраст страны (времени).*

Почва как особое природное тело формируется в результате тесного взаимодействия следующих факторов — *климата, растительности, почвообразующих пород, рельефа местности и возраста страны (времени).*

Климат.

разносторонняя роль климата как фактора почвообразования проявляется в следующем.

Во-первых, климат является важным фактором развития биологических и биохимических процессов. Определенное сочетание температурных условий и увлажнения обуславливает тип растительности, темпы создания и разрушения органического вещества, состав и интенсивность деятельности почвенной микрофлоры и фауны.

Во-вторых, атмосферный климат, преломляясь через свойства и состав почвы, оказывает огромное влияние на водно-воздушный, температурный и окислительно-восстановительные режимы почвы.

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

В-четвертых, климат оказывает большое влияние на процессы ветровой и водной эрозии почв.

Рельеф, как и климат, является одним из условий, в которых развиваются почвы. Он имеет очень важное значение в почвообразовании и размещении почв по территории.

Рельеф выступает как главный фактор перераспределения солнечной радиации и осадков в зависимости от экспозиции и крутизны склонов и оказывает влияние на водный, тепловой, питательный, окислительно-восстановительный и солевой режимы.

Рельеф оказывает большое влияние на развитие эрозионных процессов. В условиях склоновых форм рельефа возможно проявление водной эрозии, т. е. смыва и размыва почвы. Равнинные формы в районах с засушливым и континентальным климатом благоприятствуют возникновению ветровой эрозии.

Рельеф выступает и как фактор эволюции растительности и почв при его изменении.

Почвообразующие породы как фактор почвообразования

Горные породы, из которых формируется почва, называются *п о ч в о о б р а з у ю щ и м и*, или *м а т е р и н с к и м и*.

Почвообразующие породы характеризуются по их происхождению, составу, строению и свойствам. Почвообразующая порода является материальной основой почвы и передает ей свой механический, минералогический и химический состав, а также физические и химические свойства, которые в дальнейшем *п о с т е п е н н о* изменяются в *р а з л и ч н о й* степени под воздействием почвообразовательного процесса.

Свойства и состав материнских пород влияют на состав поселяющейся растительности, ее продуктивность, на скорость разложения органических остатков, качество образующегося гумуса, особенности взаимодействия органических веществ с минералами и другие стороны почвообразовательного процесса.

Главными почвообразующими породами являются рыхлые осадочные.

Осадочные породы — отложения продуктов выветривания массивно кристаллических пород или остатков различных организмов. Они подразделяются на обломочные, химические осадки и биогенные.

К наиболее распространенным осадочным породам относятся континентальные четвертичные отложения: ледниковые, водно-ледниковые, лессы и лессовидные суглинки, элювиальные, аллювиальные, делювиальные, про-

Курс лекций по почвоведению

лювиальные, эоловые, менее распространены озерные, морские. Они различаются по характеру сложения, влагоемкости, водопроницаемости, порозности, что определяет водно-воздушный и тепловой режимы.

Биологический фактор почвообразования

Под биологическим фактором почвообразования понимается многообразное участие живых организмов и продуктов их жизнедеятельности в почвообразовательном процессе.

Наиболее могущественным фактором, оказывающим влияние на направление почвообразовательного процесса, являются живые организмы. Начало почвообразования всегда связано с поселением организмов на минеральном субстрате. В почве обитают представители всех четырех царств живой природы — растения, животные, грибы, прокариоты. Пионерами в освоении и преобразовании косного минерального вещества в почве являются различные виды микроорганизмов, лишайники, водоросли. Они еще не создают почву, они готовят биогенный мелкозем — субстрат для поселения высших растений — основных продуцентов органического вещества. Именно им, высшим растениям, как главным накопителям вещества и энергии в биосфере, и принадлежит ведущая роль в процессах почвообразования

Роль древесной и травянистой, лесной и степной или луговой растительности в процессах почвообразования существенно различна.

Под лесом опад, являющийся главным источником гумуса, поступает преимущественно на поверхность почвы. В меньшей степени в гумусообразовании участвуют корни древесной растительности.

В хвойном лесу опад, в силу специфики его химического состава и большой механической прочности, очень медленно подвергается процессам разложения. Лесной опад вместе с грубым гумусом образует подстилку типа «мор» той или иной мощности. Процесс разложения в подстилке осуществляется преимущественно грибами; гумус имеет фульватный характер.

В смешанных и, особенно, в широколиственных лесах лиственный опад более мягкий, содержит в своем составе высокое количество оснований, богат азотом. Процесс минерализации ежегодного опада в основном совершается в течение годового цикла. В лесах подобного типа в гумусообразовании принимает большое участие опад травянистой растительности. Освобождающиеся при минерализации опада основания нейтрализуют кислые продукты почвообразования, синтезируется более насыщенный кальцием гумус гуматно-фульватного типа.

Иной характер поступления органических остатков и химических элементов в почву наблюдается под пологом травянистой степной или луговой растительности. Основным источником образования гумуса является масса отмирающих корневых систем и в значительно меньшей степени надземная масса (степной войлок, семена растений и т. д.). Это объясняется тем, что биомасса корней у травянистой растительности (в отличие от древесной) обычно значительно преобладает над надземной биомассой. Опад травянистой растительности в отличие от опада древесных пород характеризуется более тонкой структурой, меньшей механической прочностью, высокой зольностью, богатством азотом и основаниями.

Почвообразовательный процесс, протекающий под влиянием травянистой растительности, носит название *дернового процесса*.

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

Функции беспозвоночных и позвоночных животных важны и разнообразны; одна из них — разрушение, измельчение и поедание органических остатков на поверхности почвы и внутри ее.

Вторая функция почвенных животных выражается в накоплении в их телах элементов питания и главным образом в синтезе азотсодержащих соединений белкового характера. После завершения жизненного цикла животного наступает распад тканей и возврат в почву накопленных в телах животных веществ и энергии.

Деятельность роющих животных оказывает большое влияние на перемещение масс грунта и почвы, на формирование своеобразного микро- и нанорельефа. В некоторых случаях перерывность почв и выбросы на поверхность достигают таких размеров, что возникает необходимость введения в номенклатуру почв специальных определений (например, карбонатный перерывный чернозем). Профиль таких почв имеет рыхлое, кавернозное строение, почвенные горизонты часто перемещены и трансформированы.

Таким образом, в почвообразовании участвуют три группы организмов — зеленые растения, микроорганизмы и животные, образующие на суше сложные биоценозы. Вместе с тем функции каждой из этих групп как почвообразователей различны.

Зеленые растения являются единственным первоисточником органических веществ в почве, и основной функцией их как почвообразователей следует считать биологический круговорот веществ — поступление из почвы элементов питания и воды, синтез органической массы и возврат ее в почву после завершения жизненного цикла.

Основными функциями микроорганизмов как почвообразователей являются разложение растительных остатков и почвенного гумуса до простых солей, используемых растениями, участие в образовании гумусовых веществ, в разрушении и новообразовании почвенных минералов.

Основными функциями почвенных животных является разрыхление почвы и улучшение ее физических и водных свойств, обогащение почвы гумусом и минеральными веществами.

Курс лекций по почвоведению
Курс лекций «Почвоведение»
ЛЕКЦИЯ 3. Свойства почв и ее структура

1.Морфологические признаки почв	34
1.1.Строение почвы	34
1.2.Окраска почвы	38
1.3.Гранулометрический состав почв и его агрономическое значение	40
2. Органические и органо-минеральные вещества в почвах	43
2.1.Влияние условий почвообразования на гумусообразование	43
2.2.Состав гумуса	44
2.3. Гумусовое состояние почв	48
Краткий конспект Лекции 3	49

1.Морфологические признаки почв

В процессе почвообразования горная порода приобретает многоуровневую морфологическую организацию. Существуют морфоны 1,2, 3, 4,5 порядков. Для выделения морфонов существует система морфологических признаков почвы.

Морфологические признаки почвы – система показателей, позволяющей отличать морфологические элементы один от другого.

К внешним морфологическим признакам относятся:
строение,
мощность профиля и отдельных горизонтов,
окраска,
гранулометрический состав,
структура,
сложение,
новообразования,
включения.

1.1.Строение почвы

Всякая почва представляет собой систему последовательно сменяющих друг друга по вертикали *генетических горизонтов* — слоев, на которые дифференцируется исходная *материнская горная порода* в процессе почвообразования.

Эта вертикальная последовательность горизонтов получила название *почвенного профиля*.

Почвенным профилем называется определенная вертикальная последовательность генетических горизонтов в пределах почвенного индивидуума, специфическая для каждого типа почвообразования.

Почвенный профиль представляет первый уровень морфологической организации почвы как природного тела, почвенный горизонт — второй.

Профиль почвы характеризует изменение ее свойств по вертикали, связанное с воздействием почвообразовательного процесса на материнскую горную породу. Главные факторы образования почвенного профиля, т. е. дифференциации исходной почвообразующей породы на генетические горизонты, —

это, во-первых, вертикальные потоки вещества и энергии (нисходящие или восходящие в зависимости от типа почвообразования и его годовой, сезонной или многолетней цикличности)

и, во-вторых, вертикальное распределение живого вещества (корневые системы растений, микроорганизмы, почвообитающие животные).

Строение почвенного профиля, т. е. характер и последовательность составляющих его генетических горизонтов, специфично для каждого типа почвы и служит его основной диагностической характеристикой. При этом имеется в виду, что все горизонты в профиле взаимно связаны и обусловлены.

Почвенный горизонт, в свою очередь, также не является однородным и состоит из морфологических элементов третьего уровня — *морфонов*, под которыми понимаются внутригоризонтные морфологические элементы.

На четвертом уровне морфологической организации выделяются *почвенные агрегаты*, на которые естественно распадается почва в пределах генетических горизонтов.

Следующий, пятый уровень морфологической организации почвы можно обнаружить уже только с помощью микроскопа. Это микростроение почвы, изучаемое в рамках микроморфологии почв.

Типы строения почвенного профиля

В соответствии с характером соотношения различных горизонтов в большом разнообразии строения почвенного профиля можно выделить несколько типов, которые связаны с определенными типами почвообразования, возрастом почв и их нарушенностью природными или техногенными процессами.

Профиль бывает простым и сложным.

Простое строение профиля включает в себя следующие пять типов:

- 1) *примитивный профиль* с маломощным горизонтом А либо АС, лежащим непосредственно на материнской породе;
- 2) *неполноразвитый профиль*, имеющий полный набор всех генетических горизонтов, характерных для данного типа почвы, с малой мощностью каждого горизонта;
- 3) *нормальный профиль*, имеющий полный набор всех генетических горизонтов, характерных для данного типа почвы, с мощностью, типичной для незэродированных почв плакоров;
- 4) *слабодифференцированный профиль*, в котором генетические горизонты выделяются с трудом и очень постепенно сменяют друг друга;
- 5) *нарушенный (эродированный) профиль*, в котором часть верхних горизонтов уничтожена эрозией.

Сложное строение почвенного профиля также характеризуется пятью типами:

- 1) *реликтовый профиль*, в котором присутствуют погребенные горизонты или погребенные профили палеопочв; с другой стороны, в профиле могут присутствовать не погребенные, а реликтовые горизонты, являющиеся следами древнего почвообразования, идущего сейчас по иному типу;
- 2) *многочленный профиль* формируется в случае литологических смен и пределах почвенной толщи;
- 3) *полициклический профиль* образуется в условиях периодического отложения почвообразующего материала (речной аллювий, вулканический пепел, эоловый нанос);
- 4) *нарушенный (перевернутый) профиль* с искусственно (деятельностью человека) или природно (например, при ветровалах в лесу) перемещенными на поверхность нижележащими горизонтами;
- 5) *мозаичный профиль* в котором генетические горизонты образуют не последовательную по глубине серию горизонтальных слоев, а прихотливую мозаику, сменяя друг друга пятнами на небольшом протяжении.

Курс лекций по почвоведению

Систематика типов строения почвенного профиля может быть построена и по иному принципу, т. е. не на основе соотношения тех или иных генетических почвенных горизонтов, а на основе анализа распределения вещественного состава почвы по ее вертикальному профилю.

При этом может рассматриваться какое-то одно вещество или одна группа веществ (например гумус, известь, гипс, водорастворимые соли, глинистые минералы, полуторные оксиды), либо совокупность педохимически сопряженных веществ.

Это распределение также определенным образом отражается и в морфологии почвы, например в окраске почвы и ее плотности, в характере и распределении новообразований.

Почвенные горизонты

Генетические почвенные горизонты — это формирующиеся в процессе почвообразования однородные, обычно параллельные земной поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам, составу и свойствам.

Генетическими они называются потому, что образуются в процессе генезиса почв.

Генетические горизонты в почвенном профиле выступают как важнейшие однородные составные части почвенного тела, причем их однородность подразумевается только в масштабе рассмотрения почвенного профиля. При ином, более детальном масштабе рассмотрения почвенные горизонты оказываются весьма неоднородными, устроенными очень сложно.

На заре развития почвоведения Докучаев выделил в почве всего три генетических горизонта:

А — поверхностный гумусо-аккумулятивный;

В — переходный к материнской породе;

С — материнская горная порода, подпочва.

По составу горизонты бывают органогенные, гумусированные, карбонатные, железистые и другие,

по свойствам — кислые, нейтральные, щелочные, насыщенные, выщелоченные, ненасыщенные и др.

Сочетание этих признаков определяет общий, внешний вид почвенного профиля и различия между генетическими горизонтами.

Строение почвы — общий облик почвенного профиля. Характер и последовательность генетических горизонтов специфичны для каждой почвы, что является основной диагностической характеристикой. Каждый горизонт имеет название и буквенное обозначение (индекс). В качестве индексов применяют буквы латинского алфавита:

A
B
C
D

А — это верхний слой, В — следующий за ним, и так далее.

Обычно выделяют:

А₀ — лесная подстилка, подразделяется на:

А_L — свежий опад;

А_F — слой разложения с преобладанием слабо разложившихся растительных остатков, сохраняющих анатомическое строение;

А_H — частично гумифицированный опад, смешанный с минеральной частью почвы.

Курс лекций по почвоведению

A — гумусово-аккумулятивный горизонт формируется в верхней части профиля в результате накопления гумуса и элементов питания.

A_п — пахотный горизонт, поверхностный гумусовый горизонт, преобразованный периодической обработкой.

Ad — дернина — густо пронизанный корнями растений верхний слой почвы, формируется под луговой растительностью.

A₁ — гумусово-элювиальный; наряду с накоплением гумуса происходят разрушение минералов и частичный вынос органических и минеральных веществ.

A₂ — элювиальный всегда окрашен в светлые тона в результате интенсивного разрушения и выноса продуктов разрушения в нижележащие горизонты или за пределы почвенного профиля. В подзолистых и дерново-подзолистых почвах он называется подзолистым горизонтом.

B — иллювиальный горизонт, переходный от гумусового к материнской породе; горизонт вымывания, в результате чего он может обогащаться гумусом (*B_h*), илом (*B_i*), карбонатами (*B_к* или *B_{са}*), соединениями железа (*B_{Fe}*) глиной (*B_m*).

В черноземах и каштановых почвах он называется переходным от гумусово-аккумулятивного к породе, так как в этих почвах перемещение веществ сверху вниз не происходит. Имеет бурую, красно-бурую или желто-бурую окраску. Он может подразделяться на *B₁*, *B₂*, *B₃* и т.д.

G — Глеевый горизонт формируется в гидроморфных почвах вследствие длительного или постоянного избыточного увлажнения.

В анаэробных условиях образуются закисные соединения железа и марганца. На фоне сизовато-серой окраски обычно присутствуют охристые пятна, черные или темно-бурые пятна железо-марганцевых образований. Если глееватость обнаруживается в других горизонтах, то к их индексу добавляется буква *g*, например *A_{2g}*. Слабая выраженность оглеения отмечается символом в скобках (*g*). Грунтовое оглеение подчеркивают одной чертой снизу — *G*, поверхностное — сверху *G*.

C — Материнская порода представляет собой незатронутую почвообразованием породу, в верхнюю часть которой могут вымываться соли. Их присутствие обозначается дополнительными буквами: карбонатов — *C_к* гипса — *C_г*, сульфатов — *C_с*.

D — подстилающая порода выделяется тогда, когда почвенные горизонты образовались на породе, ниже которой расположена другая порода.

Для переходных горизонтов применяются двойные обозначения:

A₂B — горизонт с признаками подзолистого (*A₂*) и иллювиального (*B*);

A₁A₂ — прокрашенный гумусом, с признаками оподзоливания;

B₁В_а — отсутствует резкая граница между слоями в иллювиальном горизонте и т.д.

Для торфяных почв применяется индекс *T*.

Профили пойменных почв подразделяются как на горизонты, так и на отдельные слои аллювия и обозначаются *A₁*, *A₂* и т.д.

Обозначение аллювия ставится на первое место: *A_о* — *A₁A₁* — *A₁В_о* — *A₁* - *A₁...*

Реликтовые горизонты обозначают символом, взятым в скобки: (

A — реликтовый (погребенный) гумусовый;

T — погребенный торфяной.

Антропогенно деградированные нарушенные горизонты отмечают следующими символами:

$A_d, T_d; H$ — деградированный
 A_n, B_n, T_n) нарушенный
 A_i, B_i искусственный.

Мощность почвенного профиля и почвенных горизонтов

Мощность почвенного профиля — общая протяженность всех горизонтов до материнской породы. У различных почв она колеблется от 40-50 до 100-150 см.

Мощность почвенного горизонта — протяженность от верхней до нижней границы. Например, $A_0 = 0-5$ см, $A_1 = 5-25$ см и т.д., т.е. видна как мощность, так и глубина расположения горизонта.

При описании почвенного профиля указывается характер перехода между горизонтами: границы между ними могут быть ясными и резкими, ровными и извилистыми, в виде «затек» и «карманов», постепенными, если окраска одного горизонта сменяется другой на протяжении более 5 см.

Указывается форма границ, которая может быть ровной, волнистой, языковатой, «изъеденной».

Сочетание горизонтов позволяет записать строение почвенного профиля в виде своеобразной формулы,

например: $A_0 — A_1 — A_2 — B_1 — B_2 — BC — C$ — подзолистая почва;

$A_n — A_2 — A_2B_1 — B_g — BC_g — C_g$ — дерново-подзолистая пахотная грунтово-глееватая почва.

Профиль называется нормальным, если почва имеет полный набор горизонтов в соответствии с типом почвообразования.

1.2. Окраска почвы

Окраска почвы — наиболее доступный, и прежде всего бросающийся в глаза морфологический признак. Это существенный показатель процессов, происходящих в почве, и принадлежности ее к тому или иному типу. Недаром многие почвы получили название в соответствии со своей окраской — подзол, краснозем, чернозем, желтозем и т.д.

Окраска почв имеет и большое агрономическое значение. Практики-земледельцы всех континентов с давних времен судили о качестве, о плодородии почв по их окраске. При этом плодородие почв чаще всего ставилось в зависимость от содержания гумуса, а следовательно, было связано с черной или темно-серой окраской. Цвет почвы определяется окраской тех веществ, из которых она складывается, а также физическим ее состоянием и степенью увлажнения.

Наиболее важны для окраски почв следующие группы веществ:

1) гумус; 2) соединения железа; 3) кремнекислота, углекислая известь.

Гумусовые вещества обуславливают черную, темно-серую и серую окраски.

Соединения окиси железа окрашивают почву в красный, оранжевый и желтый цвета, закиси железа — всю почву или отдельные ее горизонты и участки в сизые и голубоватые тона. Встречающийся, например, в болотных почвах вивианит $[Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O]$ придает им зеленовато-голубой оттенок.

Кремнезем (SiO_2), углекислый кальций (CaCO_3) и каолинит ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{-H}_2\text{O}$) обуславливают белую и белесую окраски.

В ряде случаев заметную роль в приобретении почвой белесоватых оттенков могут играть гипс ($\text{CaSO}_4\text{-2H}_2\text{O}$) и легкорастворимые соли (NaCl , $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{-8H}_2\text{O}$ и др.).

Различное сочетание указанных трех групп веществ определяет большое разнообразие почвенных цветов и оттенков.

На окраску почвы влияет ее структурное состояние. Комковатые, зернистые или глыбистые почвы кажутся темнее, чем распыленные, бесструктурные. Большое влияние на окраску оказывает вода. Влажные почвы всегда более темные, чем сухие. Более темная окраска почв в полевых условиях наблюдается утром и вечером.

Окраску почвы обычно трудно бывает охарактеризовать каким-нибудь одним цветом, поэтому приходится указывать ее степень (например, светло-бурая, темно-бурая), или отмечать оттенки (например, белесая с желтоватым оттенком); или называть промежуточные тона (коричнево-серая, серо-бурая).

Если почвенные горизонты не имеют однородной окраски, их называют пестрыми или пятнистыми. Точное определение цвета почвы требует известного навыка и опыта.

В ряде зарубежных стран широко применяют таблицы с эталонными стандартными окрасками, при этом цвет почвы кодируется определенным цифровым индексом.

Среди морфологических признаков применяют такое понятие как состав почвы. Состав почвы — соотношение (массовое или объемное) компонентов почвенного материала, выражаемое в процентах его общей массы или объема, либо в долях единицы. Различаются фазовый, агрегатный (структурный), микроагрегатный, гранулометрический (механический, текстура), минералогический и химический состав почвы.

Минералогический состав почв

Материнской основой почвообразования являются горные породы, вода, воздух и населяющие почву организмы, поэтому почва по своему химическому составу отличается от исходных почвообразующих пород. Основную массу горных пород составляют O, Si и Al, на долю которых приходится 84,05%. Если прибавить Fe, Ca, Na, K, Mg, то в сумме восемь элементов составляют 98,87% массы пород.

Почвы наследуют характерные для пород соотношения, но содержание отдельных элементов изменяются/

Наследуют почвы и геохимические черты почвообразующих пород: на песчаных породах, богатых кварцем, почвы обогащены кремнеземом, на лессе — кальцием, на засоленных породах — солями и т.д.

Основную долю вещественного состава рыхлых почвообразующих пород и почв, за исключением торфяных, образуют минеральные частицы. В зависимости от происхождения и размеров они могут быть разделены на две основные группы.

Одну из них составляют зерна первичных минералов, перешедших в мелкозем из разрушенных плотных изверженных, метаморфических или осадочных пород,

другую — тонкодисперсные частицы вторичных, главным образом глинистых минералов, которые представляют собой продукт трансформации первичных минералов или преобразованы в ходе выветривания и почвообразования.

Первичные минералы почти целиком сосредоточены в гранулометрических фракциях размером более 0,001 мм, так называемой крупной фракции почв, что определяется исходными преобладающими размерами минеральных зерен в плотных породах, а также максимальными пределами их дробления при механических и температурных воздействиях.

Участие первичных минералов в формировании рыхлых почвообразующих пород весьма различно: первичные минералы составляют 90—98% массы мелкозема песков, 50—80% суглинков и 10—12% глин.

Наиболее распространенными первичными минералами в породах и почвах являются **кварц, полевые шпаты, амфиболы, пироксены и слюды.**

Роль первичных минералов состоит в формировании агрофизических свойств почвы, они являются источником образования вторичных минералов, служат источниками питания для растений.

Вторичные минералы возникли из первичных минералов под воздействием климатических и биологических факторов, практически целиком сосредоточены в тонкодисперсных гранулометрических фракциях размером <0,001 мм.

Представлены глинистыми минералами, минералами оксидов железа, алюминия, марганца и кремния и минералами-солями.

Глинистые минералы, как правило, составляют основную часть вторичных минералов. Названы они так в связи с тем, что преимущественно определяют минералогический состав глин. Важнейшая роль глинистых минералов состоит в том, что в силу присущей им поглотительной способности они определяют емкость поглощения почв и наряду с гумусом являются основным источником поступления минеральных элементов в растения.

К главным глинистым минералам относятся минералы групп каолинита, гидрослюд, монтмориллонита, смешаннослойных минералов, хлорита.

Минералы гидроксидов железа и алюминия. Из минералов группы железа наибольшее значение имеют гематит и гетит, и гиббсит из минералов группы алюминия.

Минералы-соли встречаются в виде примесей к глинистым минералам главным образом в почвах аридных и семиаридных зон.

Наиболее широко распространенными минералами-солями в почвах являются карбонаты: кальцит, люблинит, арагонит; доломит; сода.

Среди сульфатов наиболее распространены гипс, полугидрат, ангидрит, мирабиллит.

Среди хлоридов в почвах преобладает галит.

1.3. Гранулометрический состав почв и его агрономическое значение.

Подавляющая часть почв формируется на рыхлых отложениях, которые являются продуктами выветривания, т. е. разрушения, преобразования и переотложения исходных плотных пород, и представляют собой смесь минеральных частиц различной крупности, называемых *механическими элементами*.

При этом соотношение частиц разного размера может быть весьма различным в зависимости от характера исходной породы, типа, интенсивности и длительности выветривания, определяя тот или иной гранулометрический состав отложений или элювия породы и, соответственно, формирующихся на них почв.

Гранулометрическим составом почвы называется относительное содержание в процентах в ее составе твердых частиц разной крупности, выделяемых в пределах непрерывного ряда определенных условных групп крупности.

Гранулометрический состав почв в значительной степени унаследован от соответствующих почвообразующих (материнских) горных пород и в своих основных чертах мало меняется в процессе почвообразования.

Основная масса твердой фазы почва (95—98%) — минеральная. Элементарные частицы, близкие по свойствам и размерам, объединяются в группы, фракции, на основе чего производится классификация механических элементов. В настоящее время принята классификация В.Р. Вильямса и А.Н. Сабанина, усовершенствованная Н.А. Качинским (1965).

Таблица 1. Гранулометрический состав почв

Фракции	Диаметр частиц, мм
1. Камни	>3
2. Гравий	1-3
3. Песок:	
крупный	1-0,5
средний	0,50-0,25
мелкий	0,25-0,05
4. Пыль	
крупная	0,05-0,01
мелкая	0,01-0,005
5. Ил	
грубый	0,005-0,001
тонкий	0,001-0,0005
6. Коллоиды	0,0005-0,0001

Камни — это обломки горных пород ($D > 3$ мм). Наличие их в почве затрудняет обработку и ускоряет износ сельскохозяйственной техники.

На территории Беларуси часто встречается валунный тип каменистости.

Гравий (3—1 мм) состоит из обломков первичных минералов. Его содержание в почве обуславливает неблагоприятные водно-физические свойства.

Песок крупный, (0,05—1 мм) средний (0,50-0,25 мм) мелкий (0,25-0,05 мм) тоже состоит из более мелких обломков первичных минералов, в основном кварца и полевого шпата, но отличается от гравия некоторой влагоемкостью. Если она достигает 10%, то такие пески пригодны для выращивания сельскохозяйственных культур, для лесных культур она должна быть не менее 3—5%.

Пыль крупная (0,05—0,01 мм) мелкая (0,01-0,005 мм) по составу и свойствам почти не отличается от мелкого песка, но уже в средней пыли, наряду с первичными, встречаются и вторичные минералы, доленое участие которых еще более увеличивается во фракции мелкой пыли. С повышением дисперсности повышаются влагоемкость, высота капиллярного поднятия воды, пластичность, но уменьшается водопроницаемость. Поглотительная способность фракции пыли выражена слабо, так как содержание органических веществ и вторичных минералов невелико.

Ил грубый (0,005-0,001 мм) тонкий (0,001-0,0005 мм) < 0,001 мм) состоит преимущественно из вторичных минералов с незначительным количеством первичных в виде кварца и полевого шпата.

Частицы размером более 1 мм называют *почвенным скелетом* или *крупноземом*, менее 1 мм — *мелкоземом*.

Сумму всех частиц размером менее 0,01 мм называют *физической глиной*, а более 0,01 мм — *физическим песком*. Сумму частиц менее 0,001 мм называют *илистой* или *тонкодисперсной фракцией*.

Классификация по гранулометрическому составу проводится объединением пород и почв в несколько групп с характерными для них физическими и химическими свойствами.

Таблица 2. Классификация почв по гранулометрическому составу (Н.А. Качинский)

Содержание физической глины	Краткое название почвы по гранулометрическому составу
Почвы подзолистого типа почвообразования	
0-5	Песок рыхлый

Курс лекций по почвоведению

5-10	Песок связный
10-20	Супесь
20-30	Суглинок легкий -
30-40	Суглинок средний
40-50	Суглинок тя желый
50-65	Глина легкая
65-80	Глина средняя
>80	Глина тяжелая

В зависимости от удельного сопротивления при обработке почв к сельскохозяйственным орудиям почвы делят на легкие (пески, супеси), средние (суглинки) и тяжелые (глины).

Гранулометрический состав почв имеет большое агрономическое значение. От него зависят все свойства и режимы: водный, тепловой, воздушный, питательный, все физические и физико-механические свойства. Песчаные и супесчаные почвы хорошо водопроницаемы, обладают благоприятным тепловым и воздушным режимом, легко обрабатываются, но бесструктурны, бедны гумусом и зольными элементами, имеют низкую поглощательную способность и буферность, плохо удерживают воду.

Глинистые почвы, наоборот, медленно прогреваются, высоко влагоемкие, поэтому аэрации недостаточно, тяжелые при обработке, но богатые элементами питания, имеют высокую поглощательную способность и буферность.

В условиях Беларуси лучшими являются легкосуглинистые почвы.

Таблица 3. Определение гранулометрического состава почв полевым методом раскатывания шнура (А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина)

Группа почв по механическому составу	Поведение шнура при раскатывании и свертывании в кольцо
Песок	Почва не скатывается
Супесь	При скатывании почва распадается на мелкие кусочки и не дает шнура
Легкий суглинок	При раскатывании формируется легко распадающийся на дольки шнур
Средний суглинок	При раскатывании формируется сплошной шнур, который при свертывании в кольцо распадается на дольки
Тяжелый суглинок	При раскатывании легко образуется шнур, который свертывается в кольцо с мелкими трещинами
Глина	Шнур легко свертывается в нерастрескивающееся кольцо

Новообразования и включения

В результате физических, химических и биологических процессов, происходящих в почвах, а также вследствие непосредственного воздействия на почву растений и животных различают новообразования химического и биологического происхождения.

Химические новообразования в почве—могут или осаждаться на месте образования или, перемещаясь с почвенным раствором в горизонтальном и вертикальном направлениях, выпадают на некотором расстоянии от места своего возникновения.

Химические новообразования по форме разделяют на выцветы и налеты; корочки, примазки и потеки; прожилки и трубочки, конкреции.

Химические новообразования представлены легкорастворимыми солями, гипсом, углекислой известью, окислами железа, алюминия и марганца, закисными соединениями железа, кремнекислотой, гумусовыми и другими веществами.

Новообразования биологического происхождения (животного и растительного) встречаются в следующих формах:

- червоточины — извилистые ходы—канальцы червей;
- капролиты—экскременты дождевых червей в виде небольших клубочков;
- кротовины — пустые или заполненные ходы роющих животных (сусликов, сурков, кротов и др.);
- корневины—сгнившие крупные корни растений;
- дендриты—узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

Включения — инородные тела в профиле почвы, не связанные < почвообразовательным процессом. К ним относятся камни, обломки кирпича, кусочки угля, кости, черепки и др.

2. Органические и органо-минеральные вещества в почвах

Органическая часть почвы состоит из органических остатков (корешков и наземного опада) и гумуса. Источником гумуса являются органические остатки высших растений, микроорганизмов и животных, обитающих в почве.

Химический состав органических остатков разнообразен. Основную часть массы органических остатков (75—90%) составляет вода.

В сухое вещество входят углеводы, белки, лигнин, липиды, воски, смолы, дубильные и многие другие вещества. Большинство из них высокомолекулярные.

2.1. Влияние условий почвообразования на гумусообразование

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

Остатки зеленых растений, попадающие в почву или находящиеся на ее поверхности, разлагаются микроорганизмами и используются ими как источник энергии. В процессе разложения эти остатки теряют анатомическое строение, а составляющие их вещества переходят в более подвижные и простые соединения. Часть этих соединений полностью минерализуется микроорганизмами, и продукты распада усваиваются новыми поколениями зеленых растений, часть продуктов разложения используется гетеротрофными микроорганизмами для синтеза вторичных белков, жиров, углеводов и других веществ, образующих плазму новых поколений микроорганизмов, и в дальнейшем вновь разлагается.

Некоторая часть промежуточных продуктов разложения превращается в специфические сложные высокомолекулярные вещества — гумусовые кислоты. Этот процесс называется гумификацией.

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

В различных природных условиях характер и скорость гумусообразования (разложение и гумификация органических остатков) неодинаковы и зависят от ряда взаимосвязанных факторов почвообразования. Главнейшими из них являются водно-воздушный и тепловой режимы почв, состав и характер поступления растительных остатков, видовой состав и интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов, механический состав и физико-химические свойства почвы.

В зависимости от водно-воздушного режима гумусообразование протекает в аэробных или анаэробных условиях.

В аэробных условиях при достаточном количестве влаги (60—80% полной влагоемкости), а также при благоприятной температуре (25— 30° С) органические остатки разлагаются интенсивно.

В этих же условиях энергично идет минерализация как промежуточных продуктов разложения, так и гумусовых веществ. В почве накапливается мало гумуса, но много элементов зольного и азотного питания растений (например, в сероземах и других почвах субтропиков).

При постоянном и резком недостатке влаги в почве накапливается мало растительных остатков, процессы разложения и гумификации замедляются и гумуса также накапливается мало.

При постоянном избытке влаги, а также при низких температурах процессы гумусообразования замедляются. При избыточном увлажнении органические остатки разлагаются анаэробными бактериями; в составе промежуточных продуктов разложения образуются низкомолекулярные органические кислоты и восстановленные газообразные продукты (CH_4 , H_2), угнетающие жизнедеятельность микроорганизмов.

Процесс разложения постепенно затухает, гумификация идет слабо, и органические остатки превращаются в торф.

Для накопления гумуса наиболее благоприятно сочетание в почве оптимального гидротермического и водно-воздушного режимов и некоторое периодически повторяющееся иссушение. В этих условиях происходят постепенное разложение органических остатков, достаточно энергичная гумификация их и закрепление образующихся гумусовых веществ минеральной частью почвы. Такой режим свойствен черноземам.

2.2. Состав гумуса

Гумусом называют сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков. Содержание гумуса в почвах определяется условиями и характером почвообразовательного процесса; оно колеблется в верхних горизонтах от 1—2 до 12—15%, резко или постепенно уменьшаясь с глубиной.

В торфяных горизонтах и лесных подстилках общее количество органических веществ может достигать нескольких десятков процентов, но они образуют не гумус, а массу торфа или полуразложившиеся растительные остатки подстилки. Количество и состав гумуса в почвах динамичны вследствие постоянного поступления в них органических остатков и непрерывности процессов их разложения и гумификации.

В состав гумуса входят 3 группы органических соединений:

1. вещества органических остатков
2. промежуточные продукты их трансформации;
- 3) гумусовые вещества.

Гумусовые вещества представляют собой систему высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений циклического строения и кислотной природы, которая предопределяет их взаимодействие с минеральной частью почвы и возможность прочного закрепления в ней.

Характерная особенность системы гумусовых веществ — ее гетерогенность, т. е. наличие в ней различных по стадии гумификации компонентов. Следствием гетерогенности являются варьирование ряда свойств и возможность расчленения системы на ряд фракций с относительно однородным типом строения, но различающихся между собой по химическому составу, размеру частиц, степени подвижности и роли в почвообразовании.

Принято различать две основные группы гумусовых кислот: группу темноокрашенных гуминовых кислот, накапливающихся на месте своего образования, и группу фульвокислот, окрашенную в желтый или бурый цвет, более подвижную и относительно легко передвигающуюся по профилю почвы.

Ряд исследователей выделяют еще гумины — комплекс гуминовых кислот и фульвокислот, очень прочно связанный с минеральной частью почвы и не выделяющийся из нее при обычных способах экстрагирования гумусовых кислот.

Гуминовые кислоты — высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты циклического строения. Они хорошо растворяются в слабых растворах едк-их и углекислых щелочей,

пирофосфата натрия, щавелевокислого натрия, фтористого натрия и аммиака с образованием растворимых солей, называемых гуматами.

В зависимости от концентрации и типа почвы растворы гуматов имеют вишнево-коричневую или черную окраску.

Гуминовые кислоты растворяются также в некоторых органических растворителях — диметилформамиде, натриевой соли этилендиамин-тетрауксусной кислоты, пиридине, диметилсульфоксиде, образуя ряд растворимых производных.

Из растворов гуминовые кислоты легко осаждаются водородом минеральных кислот, а с катионами двух- и трехвалентных металлов образуют нерастворимые в воде соли. Препараты гуминовых кислот, выделенные из почвы, окрашены в коричневый или черный цвет. Гуминовые кислоты очень слабо растворяются в воде и не растворяются в минеральных кислотах.

Гуминовые кислоты состоят из углерода, водорода, кислорода и азота. Их элементный состав колеблется в некоторых относительно узких пределах:

С от 52 до 62%, Н от 2,8 до 5,8, О от 31 до 39, N от 1,7 до 5%.

Содержание этих элементов в гуминовых кислотах зависит от типа почвы, химического состава разлагающихся остатков, условий гумификации. Наиболее обуглерожены гуминовые кислоты черноземов. Сельскохозяйственное использование почвы под пашню мало изменяет элементный состав этих кислот.

Данные спектрографических, химических, хроматографических и рентгенографических исследований свидетельствуют о том, что молекула гуминовых кислот имеет сложное строение.

Очень неоднородны формы азота в гуминовых кислотах. Они представлены аминными, аминокислотными и азотсодержащими гетероциклическими группировками.

Характерной особенностью гуминовых кислот является их гетерогенность по величине молекул и составу. Любой препарат гуминовых кислот легко расщепляется на ряд фракций, различных по молекулярной массе и с несколько различным элементным составом. Молекулярная масса молекул гуминовых кислот колеблется от 4000—6000 до 50 000—100 000 при использовании метода гельфильтрации.

Гуминовые кислоты не имеют кристаллической структуры, но, как показывают электронографические исследования и рентгеноструктурный анализ, их молекула характеризуется упорядоченным сетчатым строением.

Основная масса гуминовых кислот в любой почве с рН более 5 находится в виде нерастворимых в воде органо-минеральных производных, а в почвах с кислой реакцией (рН менее 5) — в форме дегидратированных гелей и частично растворяется при действии щелочных растворов, образуя молекулярные и коллоидные растворы.

Фульвокислоты — высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты. Они растворимы в воде, кислотах, слабых растворах едких и углекислых щелочей, пирофосфата натрия и водном растворе аммиака с образованием растворимых солей — фульватов. Растворяются они также во многих органических растворителях. Выделенные из почвы препараты фульвокислот окрашены в светло-бурый цвет, а растворы их в зависимости от концентрации имеют окраску от соломенно-желтой до оранжевой. Фульвокислоты состоят из углерода, водорода, кислорода и азота, но меньше, чем гуминовые кислоты, содержат углерода и больше кислорода.

Колебания элементного состава в них таковы: С от 40 до 52%, Н от 4 до 6, О от 42 до 52, N от 2 до 6%.

Фульвокислоты благодаря сильнокислой реакции и хорошей растворимости в воде энергично разрушают минеральную часть почвы.

Формы гумусовых веществ в почве

В любой почве гумусовые вещества представлены гуминовыми кислотами и фульвокислотами и их солями (гуматами, фульватами, алюмо- и железогумусовыми солями).

Курс лекций по почвоведению

Все эти соединения могут иметь различную прочность связи с минеральной частью почвы. Различают групповой и фракционный состав гумуса.

Под групповым составом понимают суммарное количество гуминовых кислот, фульвокислот и негидролизованного остатка гумуса.

Наиболее существенным показателем группового состава гумуса является отношение гуминовых кислот, к фульвокислотам, которое в различных почвах колеблется от 0,4—0,6 до 1—3.

По отношению гуминовых кислот к фульвокислотам различают

фульватный (<0,6),

гуматно-фульватный (0,6—0,8),

фульватно-гуматный (0,8—1,2)

и гуматный (>1,2)

типы гумусовых веществ. Наиболее благоприятны фульватно-гуматный и гуматный типы гумусовых веществ, так как в таких почвах содержится наименьшее количество свободных фульвокислот (фракция 1а).

Фракционным составом называют количество отдельных фракций гуминовых кислот и фульвокислот различной степени прочности связи с минеральной частью почвы.

Гуминовые кислоты: фракция 1—извлекаемая при непосредственной обработке почвы 0,1 н. NaOH, слабо связанная с минеральной частью почвы;

фракция 2+3 — извлекаемые при многократной попеременной обработке почвы 0,1 н. NaOH после декальцирования 0,1 н. H₂SO₄, прочно связанные с минеральной частью почвы.

Фульвокислоты: фракция 1а — извлекаемая при декальцировании почвы 0,1 н. H₂SO₄;

1—извлекаемая совместно с фракцией 1 гуминовых кислот; 2+3 — извлекаемые совместно с фракциями 2+3 гуминовых кислот

Г.К./Ф.К. — отношение суммы гуминовых кислот к сумме фульвокислот.

1-я фракция наименее прочно связана с минеральной частью почвы, 2-я и 3-я более прочно связаны с ней. Некоторая, наиболее прочно связанная часть гумусовых веществ не выделяется из почвы при использовании наиболее распространенных методов анализа (метод И. В. Тюрина, метод В. В. Пономаревой) и называется негидролизующим остатком. В состав его входят также не вполне гумифицированные растительные остатки.

Таким образом, следует выделять три формы гумусовых веществ в почве:

1) свободные гумусовые кислоты (гуминовые и фульвокислоты),

2) гетерополярные соли гумусовых кислот (гуматы и фульваты сильных оснований),

3) комплексно-гетерополярные соли гумусовых кислот (алюмо- и железогумусовые соли).

В любой почве эти формы гумусовых веществ могут быть свободными или более или менее прочно связанными с высокодисперсными минеральными частицами, формируя органо-минеральные коллоиды.

Значение гумуса в почвообразовании и поддержании плодородия почв

Гумус является универсальной системой, определяющей и регулирующей практически все факторы, влияющие на формирование почвенного профиля и рост плодородия,

1. Взаимодействуя с минеральной частью почвы, гумусовые вещества и их производные участвуют в трансформации минералов.

Разрушение их фульвокислотами сопровождается миграцией растворимых продуктов, что приводит к образованию элювиальных и иллювиальных горизонтов. При преобладании гуминовых кислот в почвах формируется хорошо выраженный гумусовый горизонт, обладающий высоким уровнем плодородия. Одновременно в пределах каждого конкретного горизонта формируются такие свойства, как структура, влагоемкость, емкость поглощения, буферная способность и др.

2. Гумус — основной источник энергии в самых разнообразных почвенных процессах. В гумусовой оболочке земли его накапливается $5,33 \cdot 10^{19}$ кДж, а в целом в биомассе земли — $6,15 \times 10^{19}$ кДж (В.А. Ковда).

3. Гумус является аккумулятором азота, в нем содержится 80-95% почвенного азота. Этот азот имеет особое значение в решении экологических и экономических задач.

4. Гумус — источник CO₂, который выделяется при его разложении и обогащает приземный слой воздуха, что повышает продуктивность фотосинтеза. Является источником элементов питания растений, P, K, Ca, Mg, S, микроэлементов, которые накапливаются в составе гумуса в результате взаимодействия гумусовых кислот с минеральной частью почвы и освобождаются при его минерализации.

Аккумуляция погребенных форм гумуса (торфа, углей) приводит к концентрации Si, Ni, Co, Mo и других элементов.

5. Высокогумусовые почвы характеризуются высокой биологической активностью и оптимальным, экологически сбалансированным составом микробных ассоциаций.

6. Гумус — физиологически активное вещество. Продукты гумификации играют большую роль в регулировании состава природных вод, почвенного раствора, атмосферы, являются регуляторами и стимуляторами роста и развития растений.

7. Гумус выполняет санитарно-защитные функции. Благодаря высокой биологической активности он разрушает остатки пестицидов, других токсикантов и загрязнителей, снимает негативное влияние избыточных доз минеральных удобрений.

Роль гумуса возрастает с усилением интенсификации земледелия. При интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур дегумификация усиливается, что требует четких представлений о балансе гумуса в каждом конкретном случае. Эти задачи можно решить лишь при постоянном пополнении запасов органического вещества и создании условий, способствующих его гумификации.

Накоплению гумуса в почвах способствуют растительные остатки и органические удобрения.

Количество растительных остатков зависит от структуры посевных площадей, включения промежуточных и пожнивных культур, долевого участия многолетних трав.

По данным БелНИИПА и БГСХА, в условиях Беларуси можно рассчитывать на ежегодное поступление в почву 2,5 т сухого органического вещества в виде растительных остатков, что обеспечивает ежегодное образование 0,5—0,6 т/га гумуса, но этого недостаточно для восполнения потерь от ежегодной минерализации гумуса в пределах 1—1,2 т/га.

На этом фоне для поддержания бездефицитного баланса гумуса при оптимальном его содержании потребность в органических удобрениях характеризуется следующими величинами.

Почвы	Содержание гумуса, %	Нормы органических удобрений, т/га
Дерново-подзолистые:		
суглинистые	2,5-3,0	10-12
супесчаные	2,0-2,5	13-15
песчаные	1,8-2,0	16-18
Дерново-карбонатные	3,0-3,5	9-10
Пойменные дерновые	3,5-4,0	7-8

Значительную роль в регулировании гумусового баланса играют минеральные удобрения, известкование, мелиорация, система обработки почвы. Каждый из этих составляющих увеличивает уро-

жайность, а значит, и количество растительных остатков, создает хорошие условия для накопления органических веществ в почве.

Для осуществления контроля за гумусовым состоянием почв необходимо создать систему гумусового мониторинга, которая должна осуществлять слежение за изменением содержания гумуса, в первую очередь в пахотных почвах. На этой основе должен разрабатываться тот или иной комплекс мероприятий в целях регулирования баланса гумуса для различных почв.

2.3. Гумусовое состояние почв

Гумусовое состояние почв — совокупность морфологических признаков, общих запасов, свойств органического вещества и процессов его создания, трансформации и миграции в почвенном профиле. Важнейшими показателями его являются содержание, запасы, тип гумуса, обогащенность азотом, кальцием и уровень варьирования этих показателей.

В результате содержание гумуса в почвах изменяется в широких пределах и по общему содержанию органического вещества (%) все почвы условно делятся на:

- безгумусовые — < 1 ;
- очень низкогумусовые — $1—2$;
- низкогумусовые — $2—4$;
- среднегумусовые — $4—6$;
- высокогумусовые — $6—10$;
- очень высокогумусовые тучные — $10—15$;
- перегнойные — $15—30$;
- торфяные — 30 .

В разряд безгумусовых попадают подзолистые и бурые степные пустынные почвы, высокогумусовых и среднегумусовых — черноземы и тучных — дерновые и черноземы.

Дерново-подзолистые почвы Беларуси низкогумусовые и очень редко среднегумусовые.

Для пахотных глинистых и суглинистых почв оптимальным является содержание $2,5—3,0\%$, супесчаных — $2,0—2,5$, песчаных — $1,8—2,2$; минеральных почв сенокосов и пастбищ — $3,5—4,0\%$ гумуса.

К 1995 г. средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах республики достигло $2,28\%$, однако при этом имелось около 20% почв с содержанием гумуса $< 1,5\%$ (данные БелНИИ-ПА).

Курс лекций по почвоведению

Краткий конспект лекции 1

Морфологические признаки почв

Морфологические признаки почвы – система показателей, позволяющей отличать морфологические элементы один от другого.

К внешним морфологическим признакам относятся:
строение,
мощность профиля и отдельных горизонтов,
окраска,
гранулометрический состав,
структура,
сложение,
новообразования,
включения.

Строение почвы

Всякая почва представляет собой систему последовательно сменяющих друг друга по вертикали *генетических горизонтов* — слоев, на которые дифференцируется исходная *материнская горная порода* в процессе почвообразования.

Эта вертикальная последовательность горизонтов получила название *почвенного профиля*.

Типы строения почвенного профиля

Профиль бывает простым и сложным.

Простое строение профиля включает пять типов:

- 1) *примитивный профиль*
- 2) *неполноразвитый профиль*;
- 3) *нормальный профиль*;
- 4) *слабодифференцированный*;
- 5) *нарушенный (эродированный) профиль*.

Сложное строение почвенного профиля также характеризуется пятью типами:

- 1) *реликтовый профиль*;
- 2) *многочленный профиль*;
- 3) *полициклический профиль*;
- 4) *нарушенный (перевернутый) профиль*;
- 5) *мозаичный профиль*.

Почвенные горизонты

Генетические почвенные горизонты — это формирующиеся в процессе почвообразования однородные, обычно параллельные земной поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам, составу и свойствам.

Строение почвы — общий облик почвенного профиля. Характер и последовательность генетических горизонтов специфичны для каждой почвы, что является основной диагностической характеристикой. Каждый горизонт имеет название и буквенное обозначение (индекс). В качестве индексов применяют буквы латинского алфавита:

A
B
C
D

A – это верхний слой, B – следующий за ним, и так далее.

Обычно выделяют:

A_o — *лесная подстилка*

A — *гумусово-аккумулятивный горизонт формируется в верхней части профиля в результате накопления гумуса и элементов питания.*

A_n — *пахотный горизонт, поверхностный гумусовый горизонт, преобразованный периодической обработкой.*

Курс лекций по почвоведению

Ad — дернина — густо пронизанный корнями растений верхний слой почвы, формируется под луговой растительностью.

A₁ — гумусово-элювиальный; наряду с накоплением гумуса происходят разрушение минералов и частичный вынос органических и минеральных веществ.

A₂ — элювиальный всегда окрашен в светлые тона в результате интенсивного разрушения и выноса продуктов разрушения в нижележащие горизонты или за пределы почвенного профиля. В подзолистых и дерново-подзолистых почвах он называется подзолистым горизонтом.

B — иллювиальный горизонт, переходный от гумусового к материнской породе; горизонт вымывания, в результате чего он может обогащаться гумусом (*B_h*), илом (*B_i*), карбонатами (*B_k* или *B_{ca}*), соединениями железа (*B_{Fe}*) глиной (*B_m*).

G — Глеевый горизонт формируется в гидроморфных почвах вследствие длительного или постоянного избыточного увлажнения.

C — Материнская порода представляет собой незатронутую почвообразованием породу, в верхнюю часть которой могут вымываться соли. Их присутствие обозначается дополнительными буквами: карбонатов — *C_k* гипса — *C_s*, сульфатов — *C_s*.

D — подстилающая порода выделяется тогда, когда почвенные горизонты образовались на породе, ниже которой расположена другая порода.

Для переходных горизонтов применяются двойные обозначения:

A2B — горизонт с признаками подзолистого (A2) и иллювиального (B);

A1A₂ — прокрашенный гумусом, с признаками оподзоливания;

B1Ba — отсутствует резкая граница между слоями в иллювиальном горизонте и т.д.

Для торфяных почв применяется индекс T.

Профили пойменных почв подразделяются как на горизонты, так и на отдельные слои аллювия и обозначаются A1, A2 и т.д.

Обозначение аллювия ставится на первое место: Ao — A1A1 — A1Bo — A1 - A1...

Мощность почвенного профиля и почвенных горизонтов

Мощность почвенного профиля — общая протяженность всех горизонтов до материнской породы. У различных почв она колеблется от 40-50 до 100-150 см.

Мощность почвенного горизонта — протяженность от верхней до нижней границы. Например, Ao = 0-5 см, A1 — 5-25 см и т.д., т.е. видна как мощность, так и глубина расположения горизонта.

Сочетание горизонтов позволяет записать строение почвенного профиля в виде своеобразной формулы,

например: Ao — A1 — A2 — B1 — B2 — BC — C — подзолистая почва;

A_n — A2 — A2B1 — B_g — BC_g — C_g — дерново-подзолистая пахотная грунтово-глееватая почва.

Окраска почвы

Окраска почвы — наиболее доступный, и прежде всего бросающийся в глаза морфологический признак. Это существенный показатель процессов, происходящих в почве, и принадлежности ее к тому или иному типу. Недаром многие почвы получили название в соответствии со своей окраской — подзол, краснозем, чернозем, желтозем и т.д.

Наиболее важны для окраски почв следующие группы веществ:

2) гумус; 2) соединения железа; 3) кремнекислота, углекислая известь.

Гумусовые вещества обуславливают черную, темно-серую и серую окраски.

Соединения окиси железа окрашивают почву в красный, оранжевый и желтый цвета, закиси железа — всю почву или отдельные ее горизонты и участки в сизые и голубоватые тона. Встречающийся, например, в болотных почвах вивианит [$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$] придает им зеленовато-голубой оттенок.

Кремнезем (SiO_2), углекислый кальций ($CaCO_3$) и каолинит ($H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O$) обуславливают белую и белесую окраски.

В ряде случаев заметную роль в приобретении почвой белесоватых оттенков могут играть гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) и легкорастворимые соли ($NaCl$, $Na_2SO_4 \cdot 8H_2O$ и др.).

Минералогический состав почв

Первичные минералы почти целиком сосредоточены в гранулометрических фракциях размером более 0,001 мм, так называемой крупной фракции почв, что определяется исходными преобладающими размерами минеральных

Курс лекций по почвоведению

зерен в плотных породах, а также максимальными пределами их дробления при механических и температурных воздействиях.

Наиболее распространенными первичными минералами в породах и почвах являются **кварц, полевые шпаты, амфиболы, пироксены и слюды**.

Вторичные минералы возникли из первичных минералов под воздействием климатических и биологических факторов, практически целиком сосредоточены в тонкодисперсных гранулометрических фракциях размером $<0,001$ мм.

Представлены глинистыми минералами, минералами оксидов железа, алюминия, марганца и кремния и минералами-солями.

Глинистые минералы, как правило, составляют основную часть вторичных минералов. Названы они так в связи с тем, что преимущественно определяют минералогический состав глин.

К главнейшим глинистым минералам относятся минералы групп каолинита, гидрослюд, монтмориллонита, смешаннослойных минералов, хлорита.

Минералы гидроксидов железа и алюминия. Из минералов группы железа наибольшее значение имеют гематит и гетит, и гиббсит из минералов группы алюминия.

Минералы-соли встречаются в виде примесей к глинистым минералам главным образом в почвах аридных и семиаридных зон.

Наиболее широко распространенными минералами-солями в почвах являются карбонаты:

кальцит, люблинит, арагонит; доломит; сода.

Среди сульфатов наиболее распространены гипс, полугидрат, ангидрит, мирабиллит.

Среди хлоридов в почвах преобладает галит.

Гранулометрический состав почв и его агрономическое значение

Гранулометрическим составом почвы называется относительное содержание в процентах в ее составе твердых частиц разной крупности, выделяемых в пределах непрерывного ряда определенных условных групп крупности.

Гранулометрический состав почв в значительной степени унаследован от соответствующих почвообразующих (материнских) горных пород и в своих основных чертах мало меняется в процессе почвообразования.

Основная масса твердой фазы почва (95—98%) — минеральная. Элементарные частицы, близкие по свойствам и размерам, объединяются в группы, фракции, на основе чего производится классификация механических элементов. В настоящее время принята классификация В.Р. Вильямса и А.Н. Сабанина, усовершенствованная Н.А. Качинским (1965).

Частицы размером более 1 мм называют *почвенным скелетом* или *крупноземом*, менее 1 мм — *мелкоземом*.

Сумму всех частиц размером менее 0,01 мм называют *физической глиной*, а более 0,01 мм — *физическим песком*. Сумму частиц менее 0,001 мм называют *илистой* или *тонкодисперсной фракцией*.

Классификация по гранулометрическому составу проводится объединением пород и почв в несколько групп с характерными для них физическими и химическими свойствами.

В зависимости от удельного сопротивления при обработке почв к сельскохозяйственным орудиям почвы делят на легкие (пески, супеси), средние (суглинки) и тяжелые (глины).

Новообразования и включения

Химические новообразования в почве — могут или осаждаться на месте образования или, перемещаясь с почвенным раствором в горизонтальном и вертикальном направлениях, выпадать на некотором расстоянии от места своего возникновения.

Химические новообразования по форме разделяют на выцветы и налеты; корочки, примазки и потеки; прожилки и трубочки, конкреции.

Включения — инородные тела в профиле почвы, не связанные с почвообразовательным процессом. К ним относятся камни, обломки кирпича, кусочки угля, кости, черепки и др.

Органические и органо-минеральные вещества в почвах

Органическая часть почвы состоит из органических остатков (корешков и наземного опада) и гумуса. Источником гумуса являются органические остатки высших растений, микроорганизмов и животных, обитающих в почве.

Гумусом называют сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков. Содержание гумуса в почвах определяется условиями и характером почвообразовательного процесса; оно колеблется в верхних горизонтах от 1—2 до 12—15%, резко или постепенно уменьшаясь с глубиной.

Курс лекций по почвоведению

Гумус является универсальной системой, определяющей и регулирующей практически все факторы, влияющие на формирование почвенного профиля и рост плодородия,

1. Взаимодействуя с минеральной частью почвы, гумусовые вещества и их производные участвуют в трансформации минералов.

Разрушение их фульвокислотами сопровождается миграцией растворимых продуктов, что приводит к образованию элювиальных и иллювиальных горизонтов. При преобладании гуминовых кислот в почвах формируется хорошо выраженный гумусовый горизонт, обладающий высоким уровнем плодородия. Одновременно в пределах каждого конкретного горизонта формируются такие свойства, как структура, влагоемкость, емкость поглощения, буферная способность и др.

2. Гумус — основной источник энергии в самых разнообразных почвенных процессах. В гумусовой оболочке земли его накапливается $5,33 \cdot 10^{19}$ кДж, а в целом в биомассе земли — $6,15 \times 10^{19}$ кДж (В.А. Ковда).

3. Гумус является аккумулятором азота, в нем содержится 80-95% почвенного азота. Этот азот имеет особое значение в решении экологических и экономических задач.

4. Гумус — источник CO_2 , который выделяется при его разложении и обогащает приземный слой воздуха, что повышает продуктивность фотосинтеза. Является источником элементов питания растений, P, K, Ca, Mg, S, микроэлементов, которые накапливаются в составе гумуса в результате взаимодействия гумусовых кислот с минеральной частью почвы и освобождаются при его минерализации.

Аккумуляция погребенных форм гумуса (торфа, углей) приводит к концентрации Si, Ni, Co, Mo и других элементов.

5. Высокогумусовые почвы характеризуются высокой биологической активностью и оптимальным, экологически сбалансированным составом микробных ассоциаций.

6. Гумус — физиологически активное вещество. Продукты гумификации играют большую роль в регулировании состава природных вод, почвенного раствора, атмосферы, являются регуляторами и стимуляторами роста и развития растений.

7. Гумус выполняет санитарно-защитные функции. Благодаря высокой биологической активности он разрушает остатки пестицидов, других токсикантов и загрязнителей, снимает негативное влияние избыточных доз минеральных удобрений.

Лекция 4. Структура и сложение почв

1. Структура почвы	53
2. Агрономическое значение структуры	53
3. Образование структуры почвы	56
4. Форма и размеры структурных агрегатов почвы	59
5. Утрата и восстановление структуры почвы	60
6. Сложение почвы	63
Краткий конспект Лекции 4	66

1. Структура почвы

Частицы почвы могут находиться в обособленном состоянии или быть объединены под влиянием различных причин в структурные отдельности (агрегаты, комки, комочки) разной формы и размера.

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

Под агрегатами понимается сочетание элементарных почвенных частиц, взаимно удерживающихся в силу коагуляции коллоидов, склеивания, слипания, остаточных валентностей и водородных связей, адсорбционных и капиллярных явлений в жидкой фазе, а также с помощью корневых тяжей, гифов грибов и слизи микроорганизмов.

В песчаных и супесчаных почвах элементарные почвенные частицы обычно находятся в раздельночастичном состоянии. Суглинистые и глинистые почвы могут быть структурными и бесструктурными или малоструктурными.

В практике земледелия давно подмечено большое влияние структуры почвы на ее физические свойства, условия обработки, водно-воздушный режим и в целом на плодородие почвы и развитие растений. Уже в работах В. В. Докучаева и особенно П. А. Костычева отмечалось важное значение структуры в формировании агрономических свойств почвы.

Наиболее детально исследовал роль структуры в плодородии почв В. Р. Вильямс. В последующем эти вопросы, а также теория структурообразования получили дальнейшее развитие в работах К. К. Гедройца, А. Г. Дояренко, И. Н. Антипова-Каратаева, Н. А. Качинского, Н. И. Саввинова, П. В. Вершинина, А. Ф. Тюлина, Д. В. Хана, Э. Рассела и других отечественных и зарубежных ученых.

2. Агрономическое значение структуры

В почвоведении структура почвы рассматривается, с одной стороны, как морфологический признак, а с другой — как агрономическая характеристика.

С морфолого-генетической точки зрения структура почвы — это, прежде всего, форма физического проявления ее сложения, т. е. естественной организации твердых компонентов почвы и промежутков между ними. Структура почвы характеризует наличие и взаимное расположение в почвенном теле агрегатов определенной формы и размеров.

Если в почве имеются естественные агрегаты какой-то формы, она называется *структурной*.

Если почва не распадается на естественные структурные отдельности, а имеет сыпучее состояние, как песок или пыль, то она называется *бесструктурной раздельно-частичной*;

если же почва не распадается на агрегаты, а выламывается большими бесформенными массами, то она будет характеризоваться как *бесструктурная массивная*.

В почвах редко присутствуют агрегаты какого-то только одного размера, особенно в верхних горизонтах. Все почвы полиагрегатны. Речь может идти лишь о преобладании каких-то форм и размеров.

Курс лекций по почвоведению

Распределение структурных агрегатов в массе почвы в соответствии с их размерами называется *структурным составом почвы*, который может быть определен простым ситовым анализом.

Таким образом, в морфологическом понимании – структура – это форма отдельностей или агрегатов.

В агрономическом смысле роль структуры в формировании агрофизических свойств почвы зависит от размера, формы, прочности и особенности сложения структурных отдельностей.

В зависимости от размера структурные отдельности подразделяются на микро- (< 0,25 мм), мезо- (0,25—10 мм) и макроагрегаты (> 10 мм).

Наиболее ценными являются мезоагрегаты, т.е. агрегаты размером 0,25—10 мм.

При этом почва считается хорошо оструктуренной, если содержание в ней мезоагрегатов превышает 55%, а сами мезоагрегаты являются устойчивыми к механическому разрушению.

От устойчивости к разрушению мезоагрегатов во многом зависит способность почвы сохранять агрофизические свойства в благоприятном для растений состоянии при ее увлажнении и многократных обработках.

Для более точной оценки структурного состояния почвы применяется шкала оценки структурного состояния почвы, которую предложили СИ. Долгов и П.У. Бахтин.

Оценка структурного состояния почвы

Содержание агрегатов 0,25—10 мм, % от массы воздушно-сухой почвы		Оценка структурного состояния
сухое просеивание	мокрое просеивание	
>80	>70	Отличное
80-60	70-55	Хорошее
60-40	55-40	Удовлетворительное
40-20	40-20	Неудовлетворительное
<20	<20	Плохое

Можно отметить, что при содержании мезоагрегатов около 40% структурное состояние почвы считается удовлетворительным, а менее 40 – неудовлетворительным.

В тех же целях, то есть для более полной оценки структурного состояния почв, введено понятие коэффициента структурности почвы.

Под этим коэффициентом понимают отношение процентного содержания в почве мезоагрегатов (т.е. агрегатов размером от 0,25 до 10 мм) к суммарному процентному содержанию структурных отдельностей менее 0,25 мм и более 10 мм. Чем больше коэффициент структурности, тем лучше структура почвы.

Устойчивость структуры к механическому воздействию (связность) и способность не разрушаться при увлажнении (водопрочность) определяют сохранение почвой благоприятного сложения при многократных обработках и увлажнении.

При отсутствии этих качеств структурные отдельности быстро разрушаются при обработке и выпадении дождей или орошении и почва становится бесструктурной. Во влажном состоянии такая почва заплывает, при подсыхании образует корку.

Необходимо иметь в виду, что не всякая водопрочная структура агрономически ценная.

С агрономической точки зрения различаются *истинные* и *ложные агрегаты (псевдоагрегаты)*.

Истинные агрегаты имеют большую пористость и водопрочность,

а псевдоагрегаты малопористые, плотны и нестойки в воде либо, наоборот, абсолютно водостойки вследствие цементации.

Важно, чтобы водопрочные агрегаты имели рыхлую упаковку, были пористые и обладали способностью легко воспринимать воду, чтобы в их поры легко проникали корневые волоски и микроорганизмы.

При плотной упаковке агрегатов пористость их низкая (30—40%), поры тонкие, в них с трудом проникают микроорганизмы и корневые волоски. Водопрочность таких агрегатов обусловлена слабым проникновением в поры воды. Такая структура в агрономическом отношении не является ценной.

Агрономическое значение структуры заключается в том, что она оказывает положительное влияние на ряд свойств и режимы почв:

физические свойства — пористость, плотность сложения;
водный, воздушный, тепловой,
окислительно-восстановительный, микробиологический и питательный режимы;
физико-механические свойства — связность, удельное сопротивление при обработке, коркообразование;
противоэрозионную устойчивость почв.

Рассмотрим эти положения более подробно.

При наличии агрономически ценной структуры, то есть при преобладании *почвенных агрегатов размером 0,25-10 мм*, в почве создается благоприятное сочетание капиллярной и некапиллярной пористости. Между агрегатами преобладают некапиллярные поры, а внутри агрегатов — капиллярные.

Некапиллярные поры (поры аэрации) имеются также и внутри комка.

В бесструктурной почве механические элементы лежат плотно, поэтому в ней образуются в основном капиллярные поры. Эти особенности строения и пористости структурных и бесструктурных почв оказывают огромное влияние на водно-воздушный и питательный режимы.

Структурные почвы благодаря наличию некапиллярных пор хорошо впитывают влагу, которая по мере движения рассасывается комками, промежутки между комками заполняются воздухом. Воздух содержится и в порах аэрации внутри комка.

В такой почве потери воды от поверхностного стока незначительны, почти вся она поглощается почвой, а наличие некапиллярных пор предохраняет почву от испарения влаги с поверхности.

Следовательно, в структурной почве одновременно создают благоприятные условия обеспечения растений влагой и воздухом. Даже при увлажнении до **НВ** в таких почвах сохраняется хороший воздухообмен и господствуют окислительные процессы. Достаточная аэрация при наличии доступной влаги обеспечивает лучшие условия питательного режима по сравнению с бесструктурной почвой;

активнее идут микробиологические процессы,

отсутствуют процессы денитрификации, образования и накопления активных несиликатных форм полуторных окислов, что ослабляет связывание фосфатов в труднорастворимые формы.

Бесструктурной почвой вода поглощается медленно, значительная часть ее может теряться вследствие поверхностного стока. Сплошная капиллярная связь в толще почвы вызывает большие потери влаги от испарения.

В такой почве нередко наблюдается два крайних состояния увлажнения: избыточное или недостаточное. При избыточном увлажнении все промежутки заполнены водой, воздух отсутствует. В этих условиях развиваются анаэробные процессы, ведущие к потерям азота в результате денитрификации, образованию вредных для растений закисных форм железа и марганца, накоплению подвижных несиликатных форм полуторных окислов и к закреплению фосфора в труднорастворимые формы, т. е. создается неблагоприятный питательный режим.

При недостаточном увлажнении в почве много воздуха и кислорода, но растения испытывают недостаток в воде.

Агрономически ценная структура, придавая почве рыхлое сложение, облегчает прорастание семян и распространение корней растений, а также уменьшает энергетические затраты на механическую обработку почвы.

Более плотное сложение и повышенная связность бесструктурных почв повышают удельное сопротивление при их обработке и ухудшают развитие корней растений. Как отмечалось выше, структурная почва хорошо поглощает воду и резко снижает поверхностный сток, а следовательно, смыв и размыв почвы, а структурные комочки размером более 1—2 мм устойчиво противостоят развеванию ветром.

Благоприятное влияние на агрономические свойства почв оказывает и микроструктура при условии ее пористости и водопрочности.

Наилучшими являются микроагрегаты размером 0,25—0,05 и 0,05 и 0,01 мм. Микроагрегаты размером средней пыли (0,01—0,005 мм) затрудняют водо- и воздухопроницаемость, способствуют повышению испаряющей способности почв.

Оптимальный размер структурных отдельностей связан с зональными особенностями почв и условий земледелия. Так, во влажных зонах более крупные макроагрегаты обеспечивают лучшую водо- и воздухопроницаемость, а в заболоченных почвах и водоотдачу.

В засушливых условиях, где аэрация достаточна, важно ослабить испаряемость, поэтому здесь благоприятнее более мелкий размер агрегатов, но надо иметь в виду, что при наличии в верхнем слое пахотной почвы менее 50% агрегатов крупнее 1—2 мм почва становится податливой к ветровой эрозии.

Рассмотренное выше агрономическое значение структуры позволяет сделать следующее общее заключение:

«во всех случаях на почвах одного типа, одной генетической разности и в сходных агротехнических условиях структурная почва всегда характеризуется более благоприятными для сельскохозяйственных культур показателями, нежели бесструктурная или малоструктурная» (Н. А. Качинский).

3. Образование структуры почвы

В формировании макроструктуры почвы следует различать два основных процесса: механическое разделение почвы на агрегаты (комки)

и образование прочных, не размываемых в воде отдельностей.

Указанные процессы протекают под воздействием физико-механических, физико-химических, химических и биологических факторов структурообразования.

Физико-механические факторы обуславливают процесс крошения почвенной массы главным образом под влиянием изменяющегося давления или механического воздействия.

К действию этих факторов может быть отнесено разделение почвы на комки в результате изменения объема (и давления) при переменном высушивании и увлажнении, замерзания и оттаивания воды в ней,

давления корней растений, деятельности роющих и копающих животных и рыхлящего воздействия почвообрабатывающих орудий.

На важное значение промораживания почвы в создании ее рыхлого сложения указывал еще П. А. Костычев.

Замерзание воды раньше начинается в крупных промежутках, примерно при 0°C, а в более тонких капиллярах вода замерзает при более низкой температуре.

При замерзании вода расширяется и давит на стенки комков; при этом участки с незамерзшей водой уплотняются, а часть воды выжимается в более крупные капилляры. В результате неравномерного уплотнения при оттаивании замерзшей воды и при испарении воды почва будет крошиться по линии наименьшего сопротивления.

Промораживание способствует разрыхлению почвы, образованию агрегатов, но водопрочность при этом не создается.

Разрыхляющее воздействие промораживания на почву проявляется только при оптимально влажном ее состоянии (не более 90% полной влагоемкости).

При замерзании воды в переувлажненной почве структурные отдельности разрываются и такая почва при оттаивании приобретает киселеобразную консистенцию и обесструктурируется.

Промерзание сухой почвы не оказывает положительного влияния на ее крошение.

Большое влияние на формирование почвенной структуры оказывает обработка почвы сельскохозяйственными орудиями: наряду с образованием структурных отдельностей происходит и их разрушение.

В зависимости от количества и качества органического вещества, гранулометрического состава почвы, применяемого орудия, влажности почвы и других условий, при которых проводится обработка, могут преобладать процессы или создания, или разрушения структуры. Даже на одной и той же почве применением одного орудия обработки можно получить структурную пашню, глыбистую или слитную.

Благоприятно сказывается на структурообразовании обработка почвы в состоянии ее физической спелости, и, наоборот, при обработке почвы в пересохшем состоянии она сильно распыляется, а при обработке в переувлажненном состоянии образуется глыбистая поверхность.

Следует подчеркнуть, что одной механической обработкой нельзя создать водопрочную структуру почвы.

Физико-химические факторы.

Важная роль в структурообразовании принадлежит физико-химическим факторам — коагуляции и цементирующему воздействию почвенных коллоидов.

В состав почвенной массы входят частицы самых разных размеров. Самые мелкие из них, размерами от 0,2 до 0.001 мкм относятся к коллоидам.

Почвенные коллоиды образуются в процессе выветривания и почвообразования, в результате дробления крупных частиц, или путем соединения молекулярно раздробленных веществ, размеры от 0,2 до 0.001 мкм.

Коллоиды в почвах представлены сложной системой минеральных, органических и органо-минеральных соединений. В большинстве почв преобладают минеральные коллоиды, на долю которых приходится 85—90% их общей массы.

Водопрочность приобретает в результате скрепления частиц почвы и микроагрегатов коллоидными веществами (органическими и минеральными). Но чтобы отдельности, скрепленные коллоидами, не расплывались от действия воды, коллоиды должны быть необратимо скоагулированы. Такими коагуляторами в почвах чаще всего являются двух- и трехвалентные катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} .

Таким образом, если почвенные коллоиды насыщаются двух- и трехвалентными катионами, то могут образоваться прочные структурные отдельности, не размываемые водой.

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

Наиболее прочно скрепляющими веществами являются органические коллоиды, в частности гуматы кальция.

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

Из высокодисперсных минералов наибольшее значение в создании водопрочной структуры имеют глинистые минералы и минералы гидроокисей железа и алюминия.

Наиболее водопрочная структура образуется при взаимодействии гуминовых кислот с минералами монтмориллонитовой группы и гидрослюдами и менее водопрочная — при взаимодействии с кварцем, аморфной кремнекислотой и каолинитом. Минералы гидроокисей железа и алюминия играют важную роль в оструктурировании многих красноцветных глин и красноземов.

Химические факторы.

Определенное склеивающее и цементирующее воздействие на почвенные комочки могут оказывать и химические факторы.

Сюда относится образование различных труднорастворимых химических соединений (углекислого кальция, гидроокиси железа, силикатов магния и др.), которые при пропитывании агрегатов почвы цементируют их, а также могут агрегировать и раздельночастичные механические элементы.

Так, при временном избыточном увлажнении может проявиться оструктурирующая роль соединений железа. При избыточном увлажнении в почве протекают восстановительные процессы, сопровождаемые образованием водорастворимых форм закисного железа, которые пропитывают почвенные агрегаты.

При подсыхании почвы в ней развиваются окислительные процессы, при этом подвижные формы закисного железа переходят в нерастворимые соединения окисного железа, цементируя почвенные агрегаты.

Однако, по исследованиям Н. А. Качинского, эти агрегаты при высокой водопрочности имеют малую пористость (<40%), так как часть объема пор постепенно заполняется гидратом окиси железа.

Биологические факторы.

Основная роль в структурообразовании принадлежит биологическим факторам, т. е. растительности и организмам, населяющим почву.

Наиболее сильное оструктурирующее влияние на почву оказывает многолетняя травянистая растительность.

Она обладает сильноразветвленной корневой системой, которая образует при разложении большое количество связанного с кальцием гумуса, и там, где создаются благоприятные условия для развития травянистой растительности, формируются хорошо оструктуренные почвы (луговые, лугово-черноземные, черноземы и др.).

Деятельность червей в оструктурировании почв давно известна. Частицы почвы, проходя через кишечный тракт дождевых червей, уплотняются и выбрасываются в виде небольших комочков — капролитов. Эти комочки обладают высокой водопрочностью. Структура, созданная дождевыми червями, по форме легкоотличима — поверхность агрегатов носит «оплавленный» характер.

Коллоидные продукты жизнедеятельности и автолиза микроорганизмов являются цементирующими веществами в почве и способствуют структурообразованию.

С воздействием биологических факторов связана и определенная сезонная возобновляемость структуры в почвах.

Как видно из характеристики факторов структурообразования, их разделение в определенной мере условно, так как отдельные факторы могут выполнять различную роль по характеру вызываемых ими явлений.

Например, корни растений выступают и как биологический фактор (источник гумуса), и как физико-механический (уплотнение и рыхление).

Промораживание и оттаивание, изменяя давление, выступают как физико-механический фактор, а коагулируя коллоиды, в определенной мере влияют и на действие физико-химических факторов. Совокупное действие факторов структурообразования неразрывно связано с природными условиями почвообразования.

Наибольшей водопрочностью обладают почвы черноземной зоны, где оптимально выражены природные факторы структурообразования (мощное развитие травянистой растительности, большое содержание гумуса с преобладанием в нем гуматов кальция, высокая микробиологическая активность почв и др.).

К северу и югу от указанной зоны наблюдается меньшая водопрочность структуры почвы, что связано с ухудшением условий для развития травянистой растительности, уменьшением со-

держания гумуса и гуминовых кислот, появлением в поглощающем комплексе каштановых и бурых почв ионов натрия и рядом других причин.

4. Форма и размеры структурных агрегатов почвы

Форма и размеры структурных агрегатов почвы имеют диагностическое значение, а потому систематизированы определенным образом. На территории бывшего СССР была принята классификация почвенной структуры, в которой выделяются три типа (**по развитию осей**) и несколько родов (**по форме**) и видов (**по размеру**).

I. Округло-кубовидная структура при более или менее равномерном развитии по трем осям, характерная для верхних гумусовых горизонтов почв;

в пределах этого типа выделяется 7 родов структуры:

— *глыбистая* — неправильная форма и неровная поверхность агрегатов, характерна для глеевых, слитых, выпаханных горизонтов, а также на переходе к горизонту С на рыхлых породах;

— *комковатая* — округлая форма с шероховатой поверхностью без выраженных ребер и граней, характерна для гумусовых и метаморфических горизонтов;

— *пылеватая* — мельчайшие микроагрегаты, форма которых неразличима невооруженным глазом, характерна для выпаханных и элювиальных горизонтов;

ореховатая — более или менее правильные острореберные агрегаты, напоминающие буковые орешки, характерна для верхней части иллювиального горизонта и метаморфических горизонтов;

— *зернистая* — более или менее правильная форма с выраженными гранями и ребрами, напоминающая гречневую крупу, характерна для гумусовых горизонтов лугово-степных почв, особенно черноземов;

— *конкреционная* — сплошное скопление рыхло располагающихся или частично сцементированных округлых конкреций, как в орштейне, канкаре или пизолитовом латерите;

— *икряная* — мелкие разной формы, но хорошо оформленные округлые агрегаты образуют сплошную массу.

II. Призмовидная структура при выраженном развитии по вертикальной оси, характерная для иллювиальных горизонтов и суглинистых почвообразующих пород; выделяются три рода этой структуры:

— *столбовидная* — правильной формы отдельности с хорошо выраженными вертикальными гранями, округлой «головкой» и неровным основанием, характерна для солонцовых и слитых горизонтов;

— *призмовидная* — вертикально вытянутые отдельности слабо оформлены, с неровными скорлуповатыми гранями и острыми вершинами, округленными ребрами, характерна для нижней части иллювиальных горизонтов и суглинистых почвообразующих пород;

— *призматическая* — грани и ребра вертикальных призм четко выражены, характерна для иллювиальных горизонтов.

III. Плитовидная структура при развитии по горизонтальным осям, характерна для элювиальных горизонтов почв; выделяются два рода этой структуры:

— *плитчатая* — при более или менее четко развитых горизонтальных поверхностях спайности;

— *чешуйчатая* — при небольших, несколько изогнутых поверхностях спайности.

Во многих случаях почвы имеют смешанную структуру: комковато-зернистую, ореховато-комковатую, комковато-глыбистую, ореховато-призмовидную и т. п., что означает преобладание в том или ином горизонте структурных отдельностей разной формы и размеров.

Курс лекций по почвоведению

Тип структуры определяется характером почвообразования, причем обычно имеет место закономерная смена структуры в почвенном профиле.

В образовании почвенной структуры различаются две стадии, обычно протекающие одновременно: во-первых механическое разделение почвенной массы на агрегаты того или иного размера и различной формы и,

во-вторых, упрочнение этих агрегатов и приобретение ими определенного внутреннего строения.

Размеры структурных агрегатов всех 3 типов существенно различаются. Наиболее крупные фракции присущи округло-кубовидному типу. Размеры глыбистых агрегатов составляют от 10 до 200 мм и более. Агрегаты комковатой фракции имеют размеры 0.25-10 мм, ореховатой – 5-10 мм, зернистой – 0.25-5 мм, пылеватой фракции < 0.25 мм.

Призмovidный тип структуры занимает среднее положение.

Наименее мелкие фракции у плитовидной структуры, около 1-5 мм.

Для округло-кубовидной и призмovidной структуры измеряются диаметры отдельностей, для плитовидной — высота (толщина) плиток. Таблица 1. Размеры структурных агрегатов в почвах, мм

Типы и виды структуры	Размеры агрегатов	Типы и виды структуры	Размеры агрегатов
Округло-кубовидная		Мелкостолбчатая	<30
Крупноглыбистая	>200	Крупнопризмovidная	>50
Глыбистая	200—100	Мелкопризмovidная	<50
Мелко глыбистая	100—10	Карандашная	<10>50
Крупнокомковатая	10-3	Крупнопризматическая	>50
Комковатая	3—1	Призматическая	
Мелкокомковатая	1—0,25	Мелкопризматическая	10-5
Пылеватая	<0,25	Тонкопризматическая	<5
Крупноореховатая	> 10	Плитовидная	
Ореховатая	10-7	Крупноплитчатая	>5
Мелкоореховатая	7—5	Плитчатая	5-3
Крупнозернистая	5-3	Пластинчатая	3-1
Зернистая	3—1	Листоватая	<1
Мелкозернистая (пороцшета)-	1-0,25	Скорлуповатая	>3
Призмovidная		Грубочешуйчатая	3-1
Тумбовидная	> 100	Мелкочешуйчатая	<1
Крупностолбчатая	100-30		

* Для округло-кубовидной и призмovidной структуры измеряются диаметры отдельностей, для плитовидной—высота (толщина) плиток

5. Утрата и восстановление структуры почвы

Структура почвы динамична. Она разрушается и восстанавливается под влиянием различных факторов. Управление ими позволяет поддерживать почву в необходимом структурном состоянии.

Причинами утраты структуры являются:

механическое разрушение, физико-химические явления и биологические процессы.

Механическое разрушение структуры происходит под влиянием обработки почвы, передвижения по ее поверхности машин и орудий, людей, животных, под ударами капель дождя.

Важнейшими путями уменьшения механического разрушения почвенной структуры является обработка почвы в состоянии ее спелости, а также минимализация обработки.

Физико-химические причины утраты структуры связаны с реакциями обмена двухвалентных катионов (кальция и магния) в ППК на одновалентные (натрий и аммоний).

При этом коллоиды (главным образом гумусовые вещества), прочно цементирующие механические элементы в агрегаты, пептизируются при увлажнении и структурные отдельности разрушаются. Поэтому приемы химической мелиорации почв (известкование, гипсование и др.), приводящие к обогащению ППК обменным кальцием, способствуют и улучшению структуры.

Биологические причины разрушения структуры связаны с процессами минерализации почвенного гумуса — главного клеящего вещества при образовании структуры.

Восстановление и сохранение структуры — непереносимое условие ведения земледелия. Существуют приемы, способствующие восстановлению почвенной структуры.

К химическим приемам относят известкование кислых почв и гипсование солонцов. В результате известкования почва становится более структурной, в ней увеличивается водопроницаемость и уменьшается плотность.

Известкованные почвы отличаются более благоприятными физико-механическими свойствами.

Гипсование устраняет щелочную реакцию солонцовых почв, улучшает их физические свойства и структурное состояние. Однако применением известкования и гипсования нельзя полностью решить проблему улучшения физико-механических свойств и структуры почвы.

Биологические приемы направлены на повышение содержания органического вещества (гумуса) в почве. Эти приемы универсальны и долговечны. С увеличением содержания гумуса в почве улучшаются не только физико-механические и химические свойства, но и все почвенные режимы: пищевой, водный, воздушный.

С повышением содержания гумуса в почве уменьшается ее плотность и повышается устойчивость к деформациям различного типа.

При содержании гумуса в почве 3,7 % и более равновесная плотность почвы устанавливается на уровне оптимальной величины для культурных растений.

Такие почвы даже после принудительного уплотнения способны к разуплотнению под действием естественных факторов (увлажнение, замораживание, высушивание) и не требуют рыхления с целью регулирования физических свойств. Почвы с содержанием гумуса менее 3,7 % после принудительного уплотнения не восстанавливают исходную плотность.

К биологическим приемам регулирования физико-механических свойств почвы относят совершенствование севооборотов, включающее увеличение доли многолетних трав в структуре посевных площадей; применение сидеральных культур; увеличение объема вносимых органических удобрений.

Прочная структура восстанавливается под воздействием как многолетних трав, так и однолетних сельскохозяйственных культур.

Пшеница, подсолнечник, кукуруза образуют мощную корневую систему и могут оказывать достаточно сильное оструктурирующее влияние на почву.

Лен, картофель, капуста, свекла, овощные культуры, имеющие слабую корневую систему, обычно оказывают небольшое оструктурирующее действие на почву.

При высокой урожае многолетние травы (особенно бобово-злаковые травосмеси и бобовые) сильнее оструктурируют почву, чем однолетние сельскохозяйственные культуры.

Это объясняется тем, что многолетние травы образуют мощную и сильноразветвленную корневую систему. Их корневые и пожнивные остатки (4—18 т на 1 га в пахотном слое) содержат значительное количество белков, углеводов и других соединений, наиболее благоприятных для деятельности микроорганизмов и формирования гумусовых веществ.

Курс лекций по почвоведению

В корневых остатках однолетних сельскохозяйственных культур к моменту их созревания находится преимущественно клетчатка, малопригодная для гумусообразования.

Так, в одном из определений в дерново-подзолистой почве из-под многолетних трав содержалось 54,2% водопрочных агрегатов, а в почве под однолетними сельскохозяйственными культурами (старопашка) водопрочных агрегатов содержалось 32,7%.

Через агрегаты почвы из-под многолетних трав за один и тот же срок наблюдения прошло почти в 5 раз больше воды, чем через почвенные агрегаты из-под однолетних культур.

Благоприятное оструктурирующее действие на почву оказывают органические удобрения.

Так как в условиях интенсивного ведения сельскохозяйственного производства повсеместно широкое применение травосеяния невозможно, то главенствующая роль при этом должна принадлежать правильной агротехнике, особенно применению удобрений как одному из главных факторов улучшения структурного состояния пашни. Структурообразующим фактором при внесении в почву навоза, компостов, сидератов является органическое вещество.

В краткосрочных опытах лаборатории защиты почв от эрозии Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси изучено действие и последствие органических удобрений (соломистого навоза) на структурно-агрегатный состав почвы. Полученные данные показывают, что органические удобрения, вносимые даже в невысоких дозах, положительно влияют на структурно-агрегатный состав пахотного слоя почвы.

Культура	Вариант опыта*	Содержание агрономически ценных агрегатов, %
Озимая пшеница	N90P70K100	60,4
	N90P60K110 + навоз 40 т/га (последствие)	62,4
Овес	N90P70K100	45,9
	N90P60K-110 + навоз 40 т/га	53,7

В вариантах с применением под озимую пшеницу 40 т/га навоза наблюдалось увеличение содержания агрономически ценных агрегатов на 2,0%.

Положительное влияние органических удобрений на агрономически ценную структуру почвы проявилось в последствии и при возделывании овса. На органоминеральном фоне доля агрегатов размером 0,25—10,0 мм была выше, чем на минеральном фоне на 7,8%.

Однако минеральные удобрения также улучшают структуру почвы, несомненно влияют на структурообразование: стимулируют развитие растений, так как при этом растения развивают более мощную корневую систему и оставляют в пахотном слое много корневых и пожнивных остатков, которые способствуют повышению содержания органического вещества в почве, являющегося энергетическим материалом для развития микроорганизмов и образования структуры.

В лаборатории защиты почв от эрозии Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси в течение нескольких лет в звене севооборота бобово-злаковые травы — озимая пшеница — овес изучали влияние минеральных удобрений на структурно-агрегатный состав и водопрочность структуры дерново-подзолистых на мощных моренных суглинках почв разной степени эродированности.

Вариант	Содержание агроном. ценных агрегатов, %	±, %
	Бобово-злаковые травы	
Без удобрений	59,3	
N60P55K65	67	7,7
	Озимая пшеница	
Без удобрений	55,1	

Курс лекций по почвоведению

N90P60K110	60,4	5,3
	Овес	
Без удобрений	27,4	
N90P70K100	45,9	18,5

Удобрения вносили в дозах, рассчитанных на планируемый урожай зерновых культур — 45 ц/га, бобово-злаковых трав — 50 ц/га сена. Формы удобрений: азотные — карбамид, фосфорные — суперфосфат аммонизированный, калийные — калий хлористый.

Было установлено, что наилучшая структура почвы была под бобово-злаковыми травами. Содержание агрономически ценных агрегатов составляло 59-67%, за счет удобрений увеличение количества агрегатов составило 7.7%. Под зерновыми культурами содержание структурных агрегатов уменьшалось под озимой пшеницей до 55-60%, и 27-46% под овсом.

Систематическое применение минеральных удобрений оказало положительное влияние на структурное состояние почвы. Чем более длительный период вносили минеральные удобрения, тем выше была структурность почвы. Различия между неудобренным и удобренным вариантом, на 3 год под овсом, составили 18,5%.

Искусственное оструктуривание почв осуществляется введением в них небольшого количества структурообразующих веществ, по преимуществу органических соединений (П. В. Вершинин).

С 1950 г. в ряде стран в качестве искусственных структурообразующих веществ широко испытывают полимеры и сополимеры, главным образом состоящие из производных акриловой, метакриловой и малеиновой кислот.

В иностранной литературе они получили название «крилиумы». Внесение сополимера из метакриловой кислоты (60%) и метакриламида (40%) только в количестве 0,001% массы почвы существенно увеличивает водопрочность структуры.

Все перечисленные факторы образования почвенной структуры очень динамичны, действуют в едином комплексе, и их разделение носит условный характер.

Таким образом, наиболее важными агротехническими мероприятиями, способствующими образованию почвенной структуры, являются

рациональная система обработки почв с учетом их свойств и особенностей; обработка почв в состоянии их физической спелости;

применение в достаточных количествах органических и минеральных удобрений; известкование кислых почв;

правильное чередование культур в севообороте;

посев многолетних трав;

запрет бессистемного выпаса скота на пастбищных угодьях.

6.Сложение почвы

Сложение почвы — физическое состояние почвенного материала (в профиле почвы в целом или в ее отдельном горизонте), обусловленное взаимным расположением и соотношением в пространстве твердых частиц и связанных с ними пор (геометрия пространства, занятого почвенным материалом).

Сложение отражает две стороны физического состояния почвенной массы: характер расположения отдельных механических частиц и агрегатов и характер пористости, которая при этом образуется.

Отдельные частицы и агрегаты могут прилегать друг к другу по-разному, обуславливая тем самым различную степень плотности почвы.

По степени плотности различают:

слитное (очень плотное), плотное, рыхлое и рассыпчатое сложение почвы.

При слитном сложении почва не поддается копке лопатой;

Курс лекций по почвоведению

при плотном сложении лопата входит в почву с большим трудом;
при рыхлом сложении она входит легко,
а при рассыпчатом — без всяких усилий.

По характеру пористости различают следующие типы сложения почвы:

тонкопористое — диаметр пор меньше 1 мм;
пористое — поперечник нор колеблется в пределах 1—3 мм;
губчатое — много пор диаметром 3—5 мм;
ноздреватое — почва имеет полости от 5 до 10 мм;
ячеистое — характеризуется полостями крупнее 10 мм;
трубчатое — полости соединяются в каналы.

Кроме различного рода пор и полостей, которые обычно пронизывают структурные отдельности, пористость почв характеризуется системой трещин, образующихся в сухое время года.

По этому признаку различают

тонкотрещиноватое сложение — ширина трещин не превышает 3 мм;
трещиноватое — трещины достигают 10 мм ширины;
целеватое — ширина трещин более 10 мм.

Во влажные периоды года, когда почва, впитывая воду, набухает, щели сильно уменьшаются или совсем исчезают.

Различные горизонты почвенного профиля характеризуются разным сложением.

Верхним горизонтам свойственно более рыхлое сложение.

Характер сложения во многом зависит от механического темпа и структуры почвы, а также от деятельности корней растений и населяющих почву червей, насекомых и землероев.

Сложение почвы оказывает значительное влияние на ее воздухо- и водопроницаемость и на глубину проникновения корней растений. Уплотненные горизонты препятствуют проникновению корневой системы. Со сложением связана величина сопротивления, которое оказывает почва обрабатываемым орудиям.

Плотность сложения почв.

Сложение почвы определяется взаимным расположением ее частиц и комков. Плотностью сложения (или просто плотностью) почвы (d_v) называется масса единицы объема абсолютно сухой почвы в естественном состоянии.

При ее определении учитывается не только объем твердой фазы почвы, но и объем пор.

Как и плотность твердой фазы, она выражается в граммах на сантиметр кубический (г/см^3). У минеральных почв плотность колеблется от 0,9 до 1,8 г/см^3 , у торфяно-болотных — от 1,15 до 0,40 г/см^3 .

Этот показатель довольно динамичен и зависит от минералогического состава почвы, размера почвенных частиц, содержания органического вещества, структурного состояния и пористости.

Большое влияние на его значение оказывает обработка почвы. Как правило, наименьшую плотность почва имеет сразу же после культивации, которая способствует ее разрыхлению и увеличению объема пор.

Со временем плотность увеличивается до состояния, которое называется равновесной плотностью. При таком состоянии плотность сложения почвы длительное время почти не изменяется, что в первую очередь объясняется равновесием сил, вызывающих уплотнение почвы и увеличение объема пор.

Уменьшение плотности почвы может происходить в результате ее набухания при увлажнении и последующей усадки в засушливый период, замерзания и оттаивания воды в почве, развития корневой системы растений, деятельности обитающих в почве животных, внесения органических удобрений.

Каждая сельскохозяйственная культура предъявляет свои требования к плотности почвы.

Курс лекций по почвоведению

Наиболее благоприятная для того или иного растения плотность сложения почвы называется *оптимальной*. Для большинства сельскохозяйственных культур она составляет 1,0—1,2 г/см³.

В целом для оценки плотности сложения почвы можно использовать данные, представленные в табл. 1.

Плотность сложения почвы — не основной, но довольно важный показатель, характеризующий ее плодородие. От нее зависят водные, воздушные и тепловые свойства, развитие корневых систем растений, интенсивность микробиологических процессов, а в конечном итоге — урожайность сельскохозяйственных культур.

К основным агротехническим мероприятиям, направленным на достижение оптимальных параметров плотности сложения почвы, относятся ее глубокое рыхление и внесение органических удобрений.

Оценка плотности сложения (d_v) суглинистых и глинистых почв (Н.А. Качинский)

d_v г/см ³	Оценка	г/сV	Оценка
< 1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом	1,3-1,4	Пашня сильно уплотнена
1,0-1,1	Свежевспаханная почва	1,4-1,6	Типичные величины для подпахотных горизонтов (кроме черноземов)
1,2-1,3	Пашня уплотнена	1,6-1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

Структура почвы

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

Под агрегатами понимается сочетание элементарных почвенных частиц, взаимно удерживающихся в силу коагуляции коллоидов, склеивания, слипания, остаточных валентностей и водородных связей, адсорбционных и капиллярных явлений в жидкой фазе, а также с помощью корневых тяжей, гифов грибов и слизи микроорганизмов.

Агрономическое значение структуры

Если в почве имеются естественные агрегаты какой-то формы, она называется *структурной*.

Если почва не распадается на естественные структурные отдельности, а имеет сыпучее состояние, как песок или пыль, то она называется *бесструктурной* *раздельно-частичной*;

если же почва не распадается на агрегаты, а выламывается большими бесформенными массами, то она будет характеризоваться как *бесструктурная массивная*.

В зависимости от размера структурные отдельности подразделяются на микро- (< 0,25 мм), мезо- (0,25—10 мм) и макроагрегаты (> 10 мм).

Наиболее ценными являются мезоагрегаты, т.е. агрегаты размером 0,25—10 мм.

При этом почва считается хорошо оструктуренной, если содержание в ней мезоагрегатов превышает 55%, а сами мезоагрегаты являются устойчивыми к механическому разрушению.

Можно отметить, что при содержании мезоагрегатов около 40% структурное состояние почвы считается удовлетворительным, а менее 40 неудовлетворительным.

В тех же целях, то есть для более полной оценки структурного состояния почв, введено понятие коэффициента структурности почвы.

Под этим коэффициентом понимают отношение процентного содержания в почве мезоагрегатов (т.е. агрегатов размером от 0,25 до 10 мм) к суммарному процентному содержанию структурных отдельностей менее 0,25 мм и более 10 мм. Чем больше коэффициент структурности, тем лучше структура почвы.

3. Образование структуры почвы

В формировании макроструктуры почвы следует различать два основных процесса: механическое разделение почвы на агрегаты (комки)

и образование прочных, не размываемых в воде отдельностей.

Указанные процессы протекают под воздействием физико-механических, физико-химических, химических и биологических факторов структурообразования.

Физико-механические факторы обуславливают процесс крошения почвенной массы главным образом под влиянием изменяющегося давления или механического воздействия.

К действию этих факторов может быть отнесено разделение почвы на комки в результате изменения объема (и давления) при переменном высушивании и увлажнении, замерзания и оттаивания воды в ней,

давления корней растений, деятельности роющих и копающих животных и рыхлящего воздействия почвообрабатывающих орудий.

Физико-химические факторы.

Важная роль в структурообразовании принадлежит физико-химическим факторам — коагуляции и цементующему воздействию почвенных коллоидов.

Водопрочность приобретает в результате скрепления частиц почвы и микроагрегатов коллоидными веществами (органическими и минеральными). Но чтобы отдельности, скрепленные коллоидами, не расплывались от действия воды, коллоиды должны быть необратимо скоагулированы. Такими коагуляторами в почвах чаще всего являются двух- и трехвалентные катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} .

Таким образом, если почвенные коллоиды насыщаются двух- и трехвалентными катионами, то могут образоваться прочные структурные отдельности, не размываемые водой.

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

Химические факторы.

Определенное склеивающее и цементующее воздействие на почвенные комочки могут оказывать и химические факторы.

Курс лекций по почвоведению

Сюда относится образование различных труднорастворимых химических соединений (углекислого кальция, гидроксида железа, силикатов магния и др.), которые при пропитывании агрегатов почвы цементируют их, а также могут агрегировать и раздельночастичные механические элементы.

Биологические факторы.

Основная роль в структурообразовании принадлежит биологическим факторам, т. е. растительности и организмам, населяющим почву.

Наиболее сильное оструктуривающее влияние на почву оказывает многолетняя травянистая растительность.

Деятельность червей в оструктуривании почв давно известна. Частицы почвы, проходя через кишечный тракт дождевых червей, уплотняются и выбрасываются в виде небольших комочков — капролитов. Эти комочки обладают высокой водопрочностью. Структура, созданная дождевыми червями, по форме легкоотличима — поверхность агрегатов носит «оплавленный» характер.

Коллоидные продукты жизнедеятельности и автолиза микроорганизмов являются цементирующими веществами в почве и способствуют структурообразованию.

Форма и размеры структурных агрегатов почвы

Форма и размеры структурных агрегатов почвы имеют диагностическое значение, а потому систематизированы определенным образом. На территории бывшего СССР была принята классификация почвенной структуры, в которой выделяются три типа (**по развитию осей**) и несколько родов (**по форме**) и видов (**по размеру**).

I. Округло-кубовидная структура при более или менее равномерном развитии по трем осям, характерная для верхних гумусовых горизонтов почв;

II. Призмовидная структура при выраженном развитии по вертикальной оси, характерная для иллювиальных горизонтов и суглинистых почвообразующих пород;

III. Плитовидная структура при развитии по горизонтальным осям, характерна для элювиальных горизонтов почв.

Утрата и восстановление структуры почвы

Причинами утраты структуры являются:

механическое разрушение, физико-химические явления и биологические процессы.

Механическое разрушение структуры происходит под влиянием обработки почвы, передвижения по ее поверхности машин и орудий, людей, животных, под ударами капель дождя.

Важнейшими путями уменьшения механического разрушения почвенной структуры является обработка почвы в состоянии ее спелости, а также минимализация обработки.

Физико-химические причины утраты структуры связаны с реакциями обмена двухвалентных катионов (кальция и магния) в ППК на одновалентные (натрий и аммоний).

При этом коллоиды (главным образом гумусовые вещества), прочно цементирующие механические элементы в агрегаты, пептизируются при увлажнении и структурные отдельности разрушаются. Поэтому приемы химической мелиорации почв (известкование, гипсование и др.), приводящие к обогащению ППК обменным кальцием, способствуют и улучшению структуры.

Биологические причины разрушения структуры связаны с процессами минерализации почвенного гумуса — главного клеящего вещества при образовании структуры.

Восстановление и сохранение структуры — непереносимое условие ведения земледелия. Существуют приемы, способствующие восстановлению почвенной структуры.

К химическим приемам относят известкование кислых почв и гипсование солонцов. В результате известкования почва становится более структурной, в ней увеличивается водопроницаемость и уменьшается плотность.

Известкованные почвы отличаются более благоприятными физико-механическими свойствами.

Гипсование устраняет щелочную реакцию солонцовых почв, улучшает их физические свойства и структурное состояние. Однако применением известкования и гипсования нельзя полностью решить проблему улучшения физико-механических свойств и структуры почвы.

Биологические приемы направлены на повышение содержания органического вещества (гумуса) в почве. Эти приемы универсальны и долговечны. С увеличением содержания гумуса в почве улучшаются не только физико-механические и химические свойства, но и все почвенные режимы: пищевой, водный, воздушный.

Искусственное оструктуривание почв осуществляется введением в них небольшого количества структурообразующих веществ, по преимуществу органических соединений (П. В. Вершинин).

Сложение почвы

Курс лекций по почвоведению

Сложение почвы — физическое состояние почвенного материала (в профиле почвы в целом или в ее отдельном горизонте), обусловленное взаимным расположением и соотношением в пространстве твердых частиц и связанных с ними пор (геометрия пространства, занятого почвенным материалом).

По степени плотности различают:

слитное (очень плотное), плотное, рыхлое и рассыпчатое сложение почвы.

При слитном сложении почва не поддается копке лопатой;
при плотном сложении лопата входит в почву с большим трудом;
при рыхлом сложении она входит легко,
а при рассыпчатом — без всяких усилий.

По характеру пористости различают следующие типы сложения почвы:

тонкопористое — диаметр пор меньше 1 мм;
пористое — поперечник пор колеблется в пределах 1—3 мм;
губчатое — много пор диаметром 3—5 мм;
ноздреватое — почва имеет полости от 5 до 10 мм;
ячеистое — характеризуется полостями крупнее 10 мм;
трубчатое — полости соединяются в каналы.

Кроме различного рода пор и полостей, которые обычно пронизывают структурные отдельности, пористость почв характеризуется системой трещин, образующихся в сухое время года.

По этому признаку различают

тонкотрещиноватое сложение — ширина трещин не превышает 3 мм;
трещиноватое — трещины достигают 10 мм ширины;
щелеватое — ширина трещин более 10 мм.

Плотность сложения почв.

Сложение почвы определяется взаимным расположением ее частиц и комков. Плотностью сложения (или просто плотностью) почвы (d_v) называется масса единицы объема абсолютно сухой почвы в естественном состоянии.

При ее определении учитывается не только объем твердой фазы почвы, но и объем пор.

Как и плотность твердой фазы, она выражается в граммах на сантиметр кубический ($г/см^3$). У минеральных почв плотность колеблется от 0,9 до 1,8 $г/см^3$, у торфяно-болотных — от 1,15 до 0,40 $г/см^3$.

Каждая сельскохозяйственная культура предъявляет свои требования к плотности почвы.

Наиболее благоприятная для того или иного растения плотность сложения почвы называется *оптимальной*.

Для большинства сельскохозяйственных культур она составляет 1,0—1,2 $г/см^3$.

Лекция 5. Коллоиды почвы и поглощательная способность

1.Поглотительная способность почвы	69
2.Почвенные коллоиды	70
3.Состав обменных катионов в почвах и его регулирование	73
4.Кислотность, щелочность, и буферность почвы	76
Краткий конспект Лекции 5	81

1.Поглотительная способность почвы

Одним из главнейших свойств почвы является ее поглотительная способность. Почва способна поглощать газы, пары воды и ряд веществ, растворенных в воде. Это свойство было известно давно, задолго до оформления почвоведения в самостоятельную науку.

Наиболее существенный вклад в разработку учения о поглотительной способности почв уже в XX в. внес крупнейший русский почвовед К. К. Гедройц.

Поглотительная способность почвы — одно из ее важнейших свойств, в значительной степени определяющее плодородие почвы и характер процессов почвообразования. Она обеспечивает регулирует питательный режим почвы, способствует накоплению многих элементов минерального питания растений, регулирует реакцию почвы, ее водно-физические свойства.

Поглотительная способность — это способность почвы задерживать соединения или части их, находящиеся в растворенном состоянии, а также коллоидально распыленные частички минерального и органического вещества, живые микроорганизмы и грубые суспензии.

Поглотительная способность обусловлена наличием почвенного поглощающего комплекса (ППК), основную часть которого составляет совокупность минеральных, органических и органо-минеральных соединений высокой степени дисперсности, нерастворимых в воде и способных поглощать и обменивать поглощенные ионы.

Виды поглотительной способности

В зависимости от характера поглощения К.К. Гедройц выделил пять видов поглотительной способности: механическую, физическую, физико-химическую (обменную или коллоидно-химическую), химическую и биологическую.

Механическая поглотительная способность — это свойство почвы задерживать из растворов взвешенные частицы твердого вещества. При фильтрации суспензии через почву частицы взвесей задерживаются в тонких и извилистых порах почвы.

Механическое поглощение зависит от гранулометрического состава почв и от их сложения.

Песчаные почвы, обладающие рыхлым сложением и крупной пористостью, слабее поглощают частицы взвесей, чем глинистые.

Одна и та же почва в разной степени уплотнения будет по-разному поглощать взвеси. Уплотненная почва поглощает сильнее, чем рыхлая.

Механическое поглощение — важное свойство почв. Потоки весенних талых вод обычно несут большое количество взвешенных почвенных частиц; но, фильтруясь через почвы, они очищаются, и мелкозем, задержанный почвой, предохраняется от выноса в реки и моря.

При этом происходит уменьшение размеров почвенных пор, что приводит к снижению скорости фильтрации суспензий и усилению проявления механического поглощения.

Биологическая поглотительная способность почв обусловлена жизнедеятельностью растений и почвенных микроорганизмов. Растения в процессе своего развития избирательно поглощают из почвенного раствора необходимые им химические элементы, переводят их в органические соединения и в таком виде закрепляют в почве.

В результате этого поверхностные горизонты почв, где максимально концентрируется корневая система, систематически обогащаются не только органическим веществом, но и зольными элементами питания и азотом.

Биологическая поглотительная способность может быть как положительной, так и отрицательной.

Положительным является связывание нитратов, не усвоенных растениями. На примере нитратов обнаруживается и отрицательное проявление биологического поглощения. Если внести в почву солому, то проявится азотное голодание растений, так как солома вызывает сильное размножение микробов, разлагающих клетчатку и отнимающих нитраты у высших растений.

Вообще биологическая поглотительная способность характеризуется высокой избирательной способностью почвенной биоты и корневой системы растений к элементам питания.

Химическая поглотительная способность (хемосорбция) в почвах связана с образованием в результате химических реакций нерастворимых или труднорастворимых соединений, выпадающих из раствора в осадок и их закрепление в почве.

Например, при внесении в почву фосфорного удобрения анион фосфорной кислоты при наличии в почвенном растворе катионов кальция или железа может выпасть в осадок в виде солей три-кальцийфосфата или фосфата железа.

Физическая поглотительная способность.

Физическая поглотительная способность — способность почвы поглощать из раствора целые молекулы растворенных минеральных и органических веществ и молекул воды.

Физическая поглотительная способность почвы зависит от гранулометрического, минералогического состава, а также гумусности почв.

Песчаные и малогумусные почвы обладают пониженной адсорбционной способностью в сравнении с глинистыми и высокогумусными.

С увеличением содержания гидратов железа и алюминия, как и минералов монтмориллиновой группы, активность почв к поглощению повышается.

Физико-химическая поглотительная способность (полярная адсорбция). Физико-химическая (обменная) поглотительная способность, или коллоидно-химическая адсорбция, обусловлена наличием на поверхности коллоида электрического заряда.

Так как в почве преобладают отрицательно заряженные коллоиды (ацидоиды), то сильнее выражена способность почвы к обменному поглощению катионов, нежели анионов

2. Почвенные коллоиды

Поглотительная способность почвы неразрывно связана с наличием в ней высокодисперсных частиц—коллоидов, учение о которых создавалось в первой четверти 20 век.

В состав почвенной массы входят частицы самых разных размеров. Самые мелкие из них, размерами от 0,2 до 0.001 мкм относятся к коллоидам.

Почвенные коллоиды образуются в процессе выветривания и почвообразования, в результате дробления крупных частиц, или путем соединения молекулярно раздробленных веществ и подчиняются законам, установленным для таких систем в физической и коллоидной химии.

В почвах коллоиды образуют двухфазную систему, состоящую из дисперсной фазы (твердые коллоидные частицы) и дисперсионной среды (почвенный раствор). Высокодисперсные системы по величине частиц делятся на три группы.

Таблица 1. Классификация высокодисперсионных систем почвы

Предколлоидные системы	Коллоидные системы	Молекулярные растворы
диаметр частиц I мкм-100 нм	диаметр частиц 100-1 нм	диаметр частиц < 1 нм

Коллоиды в почвах представлены сложной системой минеральных, органических и органо-минеральных соединений. В большинстве почв преобладают минеральные коллоиды, на долю которых приходится 85—90% их общей массы.

Курс лекций по почвоведению

К **минеральным** относятся глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит, галлуазит, гидрослюда, иллит, вермикулит и др.); гидроксиды железа, алюминия, марганца, кремния и их комплексные соли — коагели.

К **органическим** относятся гумусовые вещества, их соли, (гуматы, фульваты), некоторые полисахариды.

Органо-минеральные коллоиды широко распространены в верхних горизонтах всех почв. Они представляют собой сложные образования высокодисперсных минералов и гумусовых веществ.

Основными минералами, входящими в состав этих коллоидов, являются монтмориллонитовая и гидрослюдистая группы, а также всегда сопутствующие им в почве полуторные окислы и кремнезем, в меньшей степени распространено участие в их образовании каолиновых минералов.

Формируются эти коллоиды в почве в процессе склеивания (адгезии) гумусовых кислот и их производных с поверхностью минеральной частицы, вследствие чего вещества минеральной природы в них преобладают.

В любой почве основная масса коллоидов находится в форме гелей, различных по степени гидратации и прочности связи с поверхностью твердых частиц.

Часть коллоидов находится в почве в свободном состоянии, часть образует пленки на поверхности более крупных гранулометрических фракций, сильно дегидратирована.

Первая категория коллоидов легко пептизируется при щелочной реакции и насыщении их диффузного слоя натрием.

Вторая категория очень прочно связана с поверхностью крупных гранулометрических фракций, и их пептизация затруднена.

Основное свойство коллоидов — способность к поглощению веществ из растворов как в виде молекул, так и в виде ионов.

Поглощенные вещества могут обмениваться на другие, находящиеся в растворе, т.е. коллоиды обуславливают поглотительную и обменную способность почв.

Это свойство определяется высокой реакционной способностью, обусловленной большой суммарной и удельной поверхностью, которая тем больше, чем выше дисперсность коллоидов (табл. 2). Если в почве содержится 10% коллоидных частиц, то сумма их поверхности на площади 1 га составит 70 тыс. га.

С увеличением суммарной поверхности растет суммарная поверхностная энергия и возрастает химическая активность коллоидов.

Удельная поверхность выше в суглинистых почвах, чем в песках и супесях, и выше в гумусовом горизонте, чем в нижележащих.

Таблица 2

Роль частиц различного размера в формировании общей поверхности среднесуглинистой почвы

Размер частиц, мм	Содержание. % к массе	Поверхность, м ² на 1 г почвы	Доля общей поверхности, %
0,25-0,05	17	0,5	0,2
0,05-0,01	50	4,1	1,7
0,01-0,005	20	9,9	4,1
0,005-0,001	6	12,7	5,2
0,001-0,0001	3	18,8	7,8
0,0001	4	194,0	81,0
Сумма	100	240,0	100,0

Коллоид имеет сложное строение.

Внутренняя часть, состоящая из агрегатов аморфного или кристаллического вещества разного химического состава, называется *ядром* (рис.1).

На его поверхности расположен слой прочно удерживаемых потенциалопределяющих ионов, которые вместе с ядром образуют гранулу.

Вокруг гранулы двумя слоями располагаются ионы противоположного (компенсирующего) заряда.

К грануле примыкает слой неподвижных противоионов, прочно удерживаемых электростатическими силами ионов потенциалопределяющего слоя, образуя вместе с гранулой *частицу*.

Часть противоионов удалена от частицы, их связь с ней по мере удаления уменьшается. Это *диффузный слой*, ионы которого способны к эквивалентному обмену на ионы того же заряда из дисперсионной среды и вместе с частицей образуют *коллоидную мицеллу*.

Свободный электрический заряд коллоидной частицы (дзета-потенциал) — разность потенциалов вследствие удаления частиц противоионов от границы компенсирующего слоя к внешней границе диффузного слоя, колеблется от 0 до 40—60 мВ. Коллоидная мицелла электронейтральна при дзета-потенциале, равном нулю, что является изоэлектрической точкой коллоида.

Заряд коллоида появляется в связи с нарушением равновесия между зарядами, расположенными на поверхности раздела твердая частица — раствор, а также в связи с изменением химического состава и структуры коллоидного вещества.

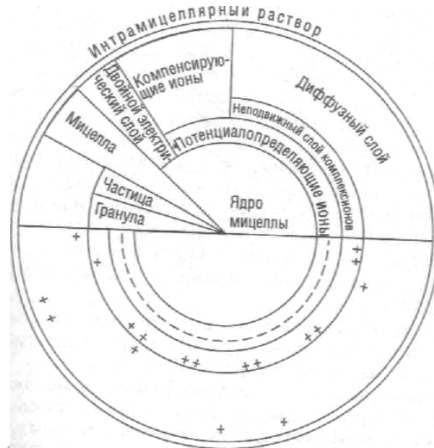


Рис.1 . Схема строения коллоидной мицеллы (по Н. И. Горбунову)

Классификация коллоидов в зависимости от заряда ионов потенциал -определяющего слоя.

В зависимости от заряда ионов потенциал - определяющего слоя коллоиды делятся на *ацидоиды* — отрицательно заряженные, *базоиды* — положительно заряженные и *амфолитоиды*, которые в кислой среде имеют положительный заряд, в щелочной — отрицательный.

К ацидоидам относятся глинистые минералы, гидроксиды кремния и марганца, гумусовые кислоты и органоминеральные коллоиды.

В качестве базоидов в кислой среде выступают гидроксиды железа и алюминия, белки, тела мелких бактерий, которые в щелочной среде имеют свойства ацидоидов.

Коллоиды в почве могут находиться в состоянии *геля* (коллоидный осадок) или *золя* (коллоидный раствор).

Золь может переходить в гель – процесс называется *коагуляцией*.

Коагуляция может происходить при встрече разнозаряженных коллоидных частиц, которые, соединяясь друг с другом, образуют *коагель*.

Гель может переходить в золь.

Это — *пептизация*. При прочих равных условиях она происходит при уменьшении концентрации солей в растворе.

Переход коллоидов из одного состояния в другое обусловлен изменением электрического потенциала коллоидных частиц и зависит от степени их *гидратации*.

Коллоиды, легко переходящие из геля в золь, называются обратимыми.

Обратимыми являются *гидрофильные* коллоиды, насыщенные высокогидратированными одновалентными катионами,

необратимыми — *гидрофобные* коллоиды, насыщенные двух-и особенно трехвалентными катионами с низкой степенью гидратации (низкой обводненностью).

Особым видом коагуляции является *тиксотропия*: когда масса геля неотделима от золя, образуется студень, который можно превратить в состояние золя при механическом воздействии.

Тиксотропия распространена в почвах, образующихся под воздействием вечной мерзлоты.

От состава и свойств коллоидов зависит поглотительная способность почвы.

В почве под влиянием различных факторов — периодическое высушивание, нагревание, увлажнение, промораживание, изменение реакции среды и др. — происходит изменение вновь образующихся при выветривании и почвообразовании органических минеральных коллоидов.

Одним из таких изменений является процесс *старения коллоидов*, под которым понимается самопроизвольное уменьшение их свободной поверхностной энергии.

Старение обычно не сопровождается изменением химического и минералогического состава коллоидов, но при этом резко изменяются их свойства: они становятся более гидрофобными, уменьшается их сорбционная способность, связь с дисперсионной средой, может произойти частичная кристаллизация гелей.

Для некоторых коллоидов причиной старения является окисление кислородом воздуха, например переход оксида Fe (II) в оксид (III). Свет, особенно ультрафиолетовое излучение, ускоряет старение коллоидов.

3. Состав обменных катионов в почвах и его регулирование

На свойства почвы и условия произрастания растений большое влияние оказывает состав обменных катионов. Так, у почв, насыщенных кальцием, реакция близка к нейтральной; коллоиды находятся в состоянии необратимых гелей и не подвергаются, пептизации при избытке влаги; почвы хорошо оструктурены|обладают благоприятными физическими свойствами.

Черноземы являются примером таких почв. Почвы, у которых в составе обменных катионов в значительном количестве ионы натрия имеют щелочную реакцию, отрицательно влияющую на состояний коллоидов и рост растений. Насыщенные натрием коллоиды пептизируются; содержащие их почвы плохо оструктурены, имеют неблагоприятные водно-физические свойства: повышенную плотность, плохую водопроницаемость, слабую водоотдачу, низкую доступность почвенной влаги (солонцы, солонцеватые почвы).

В составе обменных катионов всех почв присутствуют Ca^{2+} , Mg^{2+} и в небольших количествах K^+ и NH_4 . Кроме того, в некоторых почвах содержатся катион H^+ и Al^{3+} или Na^+ .

В зависимости от состава обменных катионов К. К. Гедройц разделил все почвы на две группы:

почвы, насыщенные основаниями, в составе обменных катионов которых присутствуют Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ , и

почвы, ненасыщенные основаниями, содержащие наряду с Ca^{2+} и Mg^{2+} катионы H^+ и Al^{3+} .

Курс лекций по почвоведению

В разных почвах количество и состав обменных катионов, а следовательно, и емкость обменного поглощения катионов различны.

В черноземах в составе обменных катионов доминируют Ca^{2+} и Mg^{2+} и отмечается высокая емкость поглощения,

в подзолистых почвах наряду с Ca^{2+} и Mg^{2+} присутствуют H^+ и Al^{3+} , емкость поглощения этих почв значительно ниже.

В составе обменных катионов солонцов много обменного натрия.

В профиле почвы величина емкости поглощения обычно уменьшается параллельно снижению количества гумуса.

Состав обменных катионов оказывает большое влияние на свойства почвы и условия произрастания растений. Состав обменных катионов влияет на реакцию и тип коагуляции коллоидов почвы, на ее физические свойства и структурообразование.

У почв, насыщенных Ca^{2+} и Mg^{2+} , реакция близка к нейтральной, коллоиды находятся в состоянии необратимых гелей и не подвергаются пептизации при избытке влаги, почвы хорошо оструктурены и обладают благоприятными физическими свойствами. Таковы черноземы, дерновые почвы.

Почвы, содержащие в составе обменных катионов наряду с Ca^{2+} и Mg^{2+} значительное количество Na^+ , характеризуются щелочной реакцией, отрицательно влияющей на состояние коллоидов и рост растений. Коллоиды в этих почвах легко пептизируются, почвы плохо оструктуриваются и имеют неблагоприятные для жизни растений водно-физические свойства (повышенную плотность сложения, плохую водопроницаемость, высокую влагоемкость).

К таким почвам относятся солонцы и сильно солонцеватые почвы.

Почвы, не насыщенные основаниями, в составе обменных катионов которых наряду с обменными Ca^{2+} и Mg^{2+} содержатся H^+ и Al^{3+} , имеют кислую реакцию, токсичную для многих культурных растений, в них легко разрушаются коллоиды в результате кислотного гидролиза, они плохо оструктуриваются. Типичные представители таких почв — подзолистые.

Для характеристики количества катионов и их свойств введено понятие ЕКО.

Емкостью поглощения или емкостью катионного обмена (ЕКО) называется общее количество катионов, которое может быть вытеснено из почвы.

ЕКО характеризует физико-химическую поглотительную способность почв и зависит от минералогического и гранулометрического состава почв, а также от содержания в них гумуса.

Емкость поглощения колеблется в широких пределах: она выше в суглинистых почвах, чем в песчаных, и выше в черноземах, чем в дерново-подзолистых.

Органическая часть почвы обладает более высокой поглотительной способностью, чем минеральная. Емкость катионного обмена возрастает также в условиях нейтральной и щелочной реакции почвы, когда сильнее проявляется отрицательный заряд ацидоидов и может меняться в зависимости от энергии катиона вытеснителя.

Различные почвы отличаются не только по ЕКО, но и по составу поглощенных катионов. Он разнообразен: все почвы содержат в поглощенном состоянии почти все катионы, среди них больше катионов кальция, магния, калия, аммония, присутствуют микроэлементы, катионы водорода и алюминия.

Поглощение почвой катионов

Поглощение почвой катионов осуществляется путем обменной ионной сорбции, необменной фиксации, химического и биологического поглощения.

Обменная сорбция — способность катионов диффузного слоя почвенных коллоидов обмениваться на эквивалентное количество катионов соприкасающегося с ними раствора.

Существенное значение имеет минералогический и химический состав почвенных коллоидов. Катионы кальция сильнее поглощаются гуминовыми кислотами и монтмориллонитом, аммоний — мусковитом.

Курс лекций по почвоведению
Емкость поглощения у разных почв и содержание гумуса

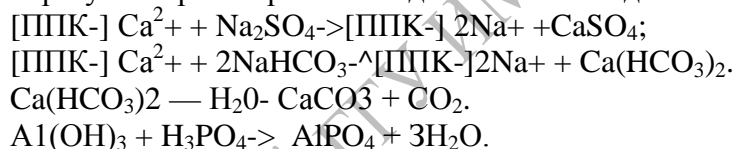
Почва	Содержание, %			Емкость поглощения катионов, мэкв/100 г почвы	Содержание поглощ. катионов, мэкв/100 г почвы		
	гумуса	минеральных частиц диаметром			Ca* + Mg*	Na	H*
		0,0002 -25 мм	0,00025 -0,001				
Дерново-подзолистая -	2,5	2	—	15	8	—	7
Серая лесная	3,0	5	4	20	16	—	4
Чернозем:							
выщелоченный -	8,0	15	5	50	40	—	10
мощный	10	5	10	65	60	—	5
обыкновенный -	6,0	5	10	36	31	2	2
южный	4,5	5	10	30	28	2	—
Каштановая	2,5	3	5	27	25	2	—
Серозем	1,0	3	5	15	14	1	—

Необменное поглощение катионов (фиксация) происходит в почве постепенно и часть обменных катионов переходит в необменную форму (не вытесняется из почвы в раствор при действии нейтральных солей).

Наиболее интенсивно фиксируются ионы калия и аммония. Большинство исследователей считают, что основной причиной перехода катионов в необменное (фиксированное) состояние является защемление этих катионов в межплоскостных промежутках кристаллической решетки глинистых минералов с расширяющимся типом ее (монтмориллонит, вермикулит).

Химическое поглощение катионов. Катионы переходят в твердую фазу почвы в результате реакций солеобразования, при которых образуются нерастворимые в воде соединения. К таким катионам относятся Ca^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} и отчасти Mg^{2+} .

При взаимодействии с растворимыми в воде сульфатами, карбонатами и фосфатами эти катионы образуют нерастворимые соединения и выпадают в осадок в твердой фазе почвы:



Биологическое поглощение катионов.

Некоторая часть катионов почвенного раствора поглощается в почве биологически вследствие усвоения их живыми организмами — растениями, микроорганизмами.

Биологическое поглощение носит избирательный характер, так как живые организмы поглощают в первую очередь катионы, необходимые для построения своих тканей.

К их числу относятся калий, аммоний, кальций, железо. Особенно велико значение этого вида поглощения для калия и аммония, которые физико-химически поглощаются слабо и не образуют в почве нерастворимых в воде соединений.

Поглощение анионов

Поглощение анионов почвами исследовано менее детально по сравнению с процессами поглощения катионов. Известно, что *анионы поглощаются почвой в разной степени в зависимости от природы аниона, состава коллоидов и реакции среды.*

Кислые почвы энергичнее поглощают анионы по сравнению с почвами, имеющими нейтральную или щелочную реакцию, в связи с повышенным содержанием подвижных форм полуторных окислов.

Основными видами поглощения анионов являются химическое и биологическое.

Курс лекций по почвоведению

Широко распространенной реакцией при поглощении анионов следует признать солеобразование — реакцию взаимодействия растворимых солей, при которой образуется новая нерастворимая в воде соль, выпадающая в твердую фазу почвы. Таким путем поглощаются сульфаты, карбонаты и фосфаты.

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

Поглощение фосфатов почвой имеет положительное и отрицательное значение, так как приводит к накоплению фосфора в почве, но снижает степень его доступности растениям.

Общее содержание поглощенных катионов оснований (кроме H^+ и Al^{3+}) называют *суммой обменных оснований*.

На их долю в черноземах приходится до 80—90%; в дерново-подзолистых почвах и красноземах иногда 50% и более от ЕКО приходится на ионы водорода и алюминия.

В солонцах и солончаках наряду с кальцием и магнием в поглощенном состоянии присутствует натрий.

Сумма обменных оснований (S), выраженная в процентах от общей емкости катионного обмена (ЕКО), называется степенью насыщенности основаниями (V), которую определяют по формуле

$$V = \frac{S}{EKO} * 100 (\%).$$

По этому показателю почвы делятся на насыщенные ($V > 80\%$) и ненасыщенные ($V 50—70\%$) основаниями.

Наилучшие условия для растений создаются при V в пределах 80—90% от ЕКО. При этом, однако, важны уровни насыщения ППК отдельными обменными катионами, особенно кальцием, магнием и калием. Уровни определяются так же, как и степень насыщенности основаниями. Например, степень насыщенности кальцием определяется по формуле $Ca = Ca/EKO * 100\%$

Таблица 3

Емкость поглощения и ее структура в дерново-подзолистой
легкосуглинистой почве при разном содержании гумуса,
мэкв/100 г почвы (А.И. Горбылева)

Вариант опыта	Гумус, %	Емкость поглощения		
		Общая	минеральной части	органической
Без удобрений	1,4-1,8	15,0	10,6	4,4
	3,5-4,0	16,6	11,2	5,4
NPK Без удобрений	Навоз +	31,3	13,0	18,3
		34,6	11,2	23,4

4. Кислотность, щелочность, и буферность почвы

Таблица 4

Значение pH									
Концентрация H ионов, г/л	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
pH	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Реакция среды	кислая		слабокислая		нейтральная	слабощелочная		щелочная	

Кислотность почв.

Характерным свойством почвы является ее реакция. Она проявляется при взаимодействии почвы с водой или растворами солей и определяется соотношением свободных ионов H^+ и OH^- в почвенном растворе.

Концентрация свободных ионов H^+ выражается величиной рН, представляющей отрицательный логарифм концентрации ионов водорода;

рН 7 характеризует нейтральную реакцию,

рН < 7 — кислую

и рН > 7 — щелочную.

Реакция почвенного раствора в различных почвах колеблется от рН 3,5 до 8—9 и выше.

Наиболее кислую реакцию имеют болотные почвы верховых торфяников.

Кислой реакцией почвенного раствора характеризуются подзолистые и дерново-подзолистые почвы (рН 4—6).

Черноземы имеют реакцию, близкую к нейтральной.

Наиболее щелочная реакция у солончаков, особенно содовых (рН 8—9 и выше).

Сельскохозяйственные растения предъявляют разные требования к реакции почвы. Наиболее благоприятна слабокислая или слабощелочная реакция; отрицательно сказываются на развитии растений сильнокислая и особенно сильнощелочная реакция почвенного раствора.

С реакцией почвенного раствора тесно связана жизнедеятельность почвенной микрофлоры. В кислой среде преобладает грибная микрофлора, в нейтральной и слабощелочной — бактериальная.

С реакцией почвенного раствора связаны процессы превращения компонентов минеральной и органической частей почв:

растворение веществ, образование осадков, диссоциация, возникновение и устойчивость комплексных соединений, а следовательно, и миграция и аккумуляция веществ в почвенном профиле.

Нейтральная реакция характерна для почв, не содержащих карбонатов, ППК которых полностью насыщен кальцием и магнием. Эта реакция наиболее благоприятна для развития большинства культурных растений и бактерий. Кислая реакция является следствием развития в почве кислотности, щелочная реакция — следствие щелочности почвы.

Кислотность почвы — способность почвы подкислять воду и растворы нейтральных солей. Различают актуальную и потенциальную кислотность, которая подразделяется на обменную и гидролитическую.

Актуальная кислотность — кислотность почвенного раствора, обусловленная повышенной концентрацией ионов водорода по сравнению с ионами гидроксила. Она определяется наличием в нем водорастворимых кислот — щавелевой, лимонной, фульвокислот, гидролитически кислых солей, прежде всего угольной кислоты.

Потенциальная кислотность характерна для твердой фазы почвы. Между актуальной и потенциальной кислотностью в почве сохраняется подвижное равновесие, но доминирующее значение во всех почвах имеет кислотность твердой фазы почвы.

Актуальная кислотность почвенного раствора зависит от наличия в нем свободных кислот, кислых солей и степени их диссоциации. В почвенном растворе свободные минеральные кислоты в заметных количествах встречаются очень редко. В целинных болотных и подзолистых почвах с высоким содержанием в почвенном растворе органических кислот роль их в создании концентрации водородных ионов

возрастает. В большинстве почв актуальная кислотность обусловлена угольной кислотой и ее кислыми солями.

Потенциальная кислотность (кислотность твердой фазы) имеет сложную природу. Ее носителем являются обменные катионы H^+ и Al^{3+} почвенных коллоидов.

В зависимости от характера вытеснения различают две формы потенциальной кислотности—обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность проявляется при обработке почвы раствором нейтральной соли.

Образующаяся в результате взаимодействия солевого раствора с почвой и гидролитического расщепления $AlCl_3$ соляная кислота характеризует обменную кислотность. Обменная кислотность наиболее ярко выражена в подзолистых и красноземных почвах (рН 3—4). В почвах со слабокислой, нейтральной и особенно щелочной реакцией она не проявляется.

Величина обменной кислотности выражается в миллиграмм-эквивалентах H^+ и Al^{3+} , количество которых определяется методом титрования, или величиной рН солевой вытяжки, полученной при обработке почвы раствором нейтральной соли.

По величине pH_{KCl} различают следующие градации кислой реакции: сильнокислая рН < 4,5, кислая рН 4,6—5,0; слабокислая рН 5,1—5,5; близкая к нейтральной рН 5,6—6,0.

При обработке почвы раствором нейтральной соли вытесняются не все поглощенные ионы водорода.

Более полно выявляется потенциальная кислотность при обработке почвы раствором гидролитически щелочной соли, например CH_3COONa .

При обработке почвы раствором такой соли вследствие щелочной реакции среды происходит более полное вытеснение поглощенного водорода.

Количество образующейся уксусной кислоты, определяемое титрованием, характеризует величину гидролитической кислотности. Она обычно больше обменной, так как при обработке почвы раствором гидролитически щелочной соли вытесняется, помимо подвижных ионов, и менее подвижная часть поглощенных ионов водорода.

Гидролитическая кислотность может рассматриваться как суммарная кислотность почвы, состоящая из актуальной и потенциальной кислотности.

Величину гидролитической кислотности (гк) выражают также в миллиграмм-эквивалентах H^+ на 100 г почвы и обозначают символом Н.

Кислотность почвы является резко отрицательным свойством почвы, так как она угнетает развитие большинства культурных растений, усиливает разрушение минералов почвы, вызывая оподзоливание последней. Кроме того, катионы алюминия в почвенном растворе токсичны для растений.

Для устранения кислотности проводят известкование почвы, при котором происходит замещение поглощенного водорода на кальций.

Бикарбонат кальция, образующийся при взаимодействии извести с углекислотой почвенного раствора, нейтрализует также свободные органические и минеральные кислоты почвы. Уменьшению кислотности и созданию благоприятных соотношений поглощенных катионов способствует систематическое применение навоза, торфокомпостов в сочетании с агротехническими приемами окультуривания почв.

Количество извести, которое необходимо внести в почву, зависит от степени кислотности и механического состава почвы и исчисляется тоннами на гектар.

По нуждаемости в известковании почвы разделяются в зависимости от величины pH_{KCl} на сильно- (рН < 4,5), средне- (рН 4,6—5,0), слабонуждающиеся (рН 5,1—5,5) и ненуждающиеся (рН > 5,5).

Для почв с рН 4,6—5,5 необходимо также учитывать и степень насыщенности основаниями по следующей градации: <50% — сильно нуждаются, 50—70 — средне; 70—80 — слабо и >80 — не нуждаются в известковании.

Щелочность почв. Различают актуальную и потенциальную щелочность.

Актуальная щелочность обуславливается наличием в почвенном растворе гидролитически щелочных солей (Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и др.).

При определении актуальной щелочности различают общую щелочность, щелочность от нормальных карбонатов и от бикарбонатов.

Щелочность почвенного раствора характеризуется в миллиграмм-эквивалентах кислоты, необходимой для нейтрализации ионов OH раствора, обусловленных ионами HCO_3 (щелочность бикарбонатов), CO_3 (щелочность нормальных карбонатов) или их суммой (общая щелочность).

Величину щелочности также выражают показателем рН почвенного раствора или водной вытяжки, выделяя слабощелочную (рН 7,2—7,5), щелочную (рН 7,6—8,5) и сильнощелочную (рН >8,5) реакции.

Щелочность также является крайне неблагоприятным свойством почвы, так как угнетает развитие растений и микроорганизмов, усиливает пептизацию почвенных коллоидов и резко ухудшает физические свойства почвы.

Избыточную щелочность устраняют гипсованием почвы:

Вследствие изменения реакции почвенного раствора после известкования и гипсования почв урожай сельскохозяйственных культур значительно повышается.

Норму гипса определяют в зависимости от содержания в почве обменного натрия.

Буферность почвы.

Реакция почвенного раствора может изменяться вследствие накопления кислых продуктов разложения органических остатков, под влиянием выделения корнями растений углекислоты и H^+ ионов, образования азотной кислоты при нитрифицирующей деятельности микроорганизмов.

Реакция почвенной среды может существенно измениться при внесении физиологически кислых или физиологически щелочных минеральных удобрений. При этом изменение реакции на разных почвах будет неодинаково. На одних действие подкисляющих или подщелачивающих веществ будет проявляться больше, на других меньше вследствие разной буферной способности почв.

Буферной способностью, или буферностью, называют способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора.

Различают буферную способность почв против изменения реакции в сторону подкисления и буферную способность против изменения реакции в сторону подщелачивания. Буферность зависит от химического состава и емкости поглощения почвы, состава поглощенных катионов и свойств почвенного раствора.

Буферные свойства почвенного раствора связаны главным образом с буферностью твердой фазы почвы, с которой раствор находится в постоянном взаимодействии.

Важнейшую роль при этом играют содержание свободных карбонатов, а также количество и состав обменных катионов. При значительном содержании в ППК поглощенных Ca^{2+} или Mg^{2+} последние при появлении в растворе H^+ будут обмениваться:

Буферность почвенного раствора обусловлена также присутствием в нем буферных систем, представленных смесью слабых кислот и их солей. Наибольшее значение в буферных свойствах почвенного раствора имеет система $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Чем выше емкость поглощения почвы, тем больше ее буферная способность. Наиболее высокой буферной способностью характеризуются тяжелые хорошо гумусированные почвы.

Почвы с высокой степенью насыщенности основаниями (черноземы, каштановые, дерновые, перегнойно-карбонатные и др.) обладают высокой буферной способностью против подкисления: весь водород почвенного раствора у них обменивается на поглощенные основания, вследствие чего водородный ион оказывается связанным коллоидными частицами:

Курс лекций по почвоведению

Буферность почвы характеризуется числом миллилитров кислоты или щелочи, которое необходимо прибавить, чтобы изменить концентрацию Н-ионов в почвенном растворе.

В почвах с низкой буферностью (например, песчаных и супесчаных, дерново-подзолистых) возможны резкие сдвиги реакции почвенного раствора при внесении высоких норм физиологически кислых и физиологически щелочных удобрений, что неблагоприятно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому рекомендуется увеличивать емкость поглощения таких почв для повышения их буферности систематическим внесением больших норм органических удобрений.

Буферная способность дерново-подзолистых почв повышается после внесения извести, органических удобрений и при посеве бобовых культур. Комплекс этих мер нейтрализует почвенную кислотность, повышает емкость поглощения и насыщенности почв основаниями; в результате чего в почвах повышается биологическая активность, улучшаются их агрофизические свойства и питательный режим.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ ФРАНЦИСКА СКОРИНЫ

Курс лекций по почвоведению

Краткий конспект Лекции 5

Поглотительная способность почвы

Поглотительная способность — это способность почвы задерживать соединения или части их, находящиеся в растворенном состоянии, а также коллоидально распыленные частички минерального и органического вещества, живые микроорганизмы и грубые суспензии.

Поглотительная способность обусловлена наличием почвенного поглощающего комплекса (ППК), основную часть которого составляет совокупность минеральных, органических и органо-минеральных соединений высокой степени дисперсности, нерастворимых в воде и способных поглощать и обменивать поглощенные ионы.

Виды поглотительной способности

В зависимости от характера поглощения К.К. Гедройц выделил пять видов поглотительной способности: механическую, физическую, физико-химическую (обменную или коллоидно-химическую), химическую и биологическую.

Механическая поглотительная способность — это свойство почвы задерживать из растворов взмученные частицы твердого вещества. При фильтрации суспензии через почву частицы взвесей задерживаются в тонких и извилистых порах почвы.

Биологическая поглотительная способность почв обусловлена жизнедеятельностью растений и почвенных микроорганизмов. Растения в процессе своего развития избирательно поглощают из почвенного раствора необходимые им химические элементы, переводят их в органические соединения и в таком виде закрепляют в почве.

Химическая поглотительная способность (*хемосорбция*) в почвах связана с образованием в результате химических реакций нерастворимых или труднорастворимых соединений, выпадающих из раствора в осадок и их закрепление в почве.

Физическая поглотительная способность.

Физическая поглотительная способность — способность почвы поглощать из раствора целые молекулы растворенных минеральных и органических веществ и молекул воды.

Физико-химическая поглотительная способность (полярная адсорбция). Физико-химическая (обменная) поглотительная способность, или коллоидно-химическая адсорбция, обусловлена наличием на поверхности коллоида электрического заряда.

Почвенные коллоиды

В состав почвенной массы входят частицы самых разных размеров. Самые мелкие из них, размерами от 0,2 до 0,001 мкм относятся к коллоидам.

Коллоиды в почвах представлены сложной системой минеральных, органических и органо-минеральных соединений. В большинстве почв преобладают минеральные коллоиды, на долю которых приходится 85—90% их общей массы.

К **минеральным** относятся глинистые минералы (каолинит, монтмориллонит, галлуазит, гидрослюда, иллит, вермикулит и др.); гидроксиды железа, алюминия, марганца, кремния и их комплексные соли — коагели.

К **органическим** относятся гумусовые вещества, их соли, (гуматы, фульваты), некоторые полисахариды.

Органо-минеральные коллоиды широко распространены в верхних горизонтах всех почв. Они представляют собой сложные образования высокодисперсных минералов и гумусовых веществ.

Основное свойство коллоидов — *способность к поглощению веществ из растворов как в виде молекул, так и в виде ионов.*

В зависимости от заряда ионов потенциал - определяющего слоя коллоиды делятся на

ацидоиды — отрицательно заряженные,

базоиды — положительно заряженные и

амфолитоиды, которые в кислой среде имеют положительный заряд, в щелочной — отрицательный.

Коллоиды в почве могут находиться в состоянии *геля* (коллоидный осадок) или *золя* (коллоидный раствор).

Золь может переходить в гель — процесс называется *коагуляцией*.

Коагуляция может происходить при встрече разнозаряженных коллоидных частиц, которые, соединяясь друг с другом, образуют *коагель*.

Гель может переходить в золь.

Это — *пептизация*. При прочих равных условиях она происходит при уменьшении концентрации солей в растворе.

Коллоиды, легко переходящие из геля в золь, называются *обратимыми*.

Обратимыми являются *гидрофильные* коллоиды, насыщенные высокогидратированными одновалентными катионами,

необратимыми — *гидрофобные* коллоиды, насыщенные двух- и особенно трехвалентными катионами с низкой степенью гидратации (низкой обводненностью).

Курс лекций по почвоведению

Особым видом коагуляции является *тиксотропия*: когда масса геля неотделима от золя, образуется студень, который можно превратить в состояние золя при механическом воздействии.

Тиксотропия распространена в почвах, образующихся под воздействием вечной мерзлоты.

Состав обменных катионов в почвах и его регулирование

В зависимости от состава обменных катионов К. К. Гедройц разделил все почвы на две группы: почвы, насыщенные основаниями, в составе обменных катионов которых присутствуют Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ , и почвы, ненасыщенные основаниями, содержащие наряду с Ca^{2+} и Mg^{2+} катионы H^+ и Al^{3+} .

Для характеристики количества катионов и их свойств введено понятие ЕКО.

Емкостью поглощения или емкостью катионного обмена (ЕКО) называется общее количество катионов, которое может быть вытеснено из почвы.

ЕКО характеризует физико-химическую поглотительную способность почв и зависит от минералогического и гранулометрического состава почв, а также от содержания в них гумуса.

Поглощение почвой катионов

Поглощение почвой катионов осуществляется путем обменной ионной сорбции, необменной фиксации, химического и биологического поглощения.

Общее содержание поглощенных катионов оснований (кроме H^+ и Al^{3+}) называют *суммой обменных оснований*.

Сумма обменных оснований (S), выраженная в процентах от общей емкости катионного обмена (ЕКО), называется степенью насыщенности основаниями (V), которую определяют по формуле

$$V = \frac{S}{EKO} * 100 (\%).$$

По этому показателю почвы делятся на насыщенные ($V > 80\%$) и ненасыщенные ($V 50—70\%$) основаниями.

Кислотность, щелочность, и буферность почвы

Значение pH									
Концентрация H ионов, г/л	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
pH	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Реакция среды	кислая		слабокислая		нейтральная	слабощелочная		щелочная	

Кислотность почв.

Характерным свойством почвы является ее реакция. Она проявляется при взаимодействии почвы с водой или растворами солей и определяется соотношением свободных ионов H^+ и OH^- в почвенном растворе.

Концентрация свободных ионов H^+ выражается величиной pH, представляющей отрицательный логарифм концентрации ионов водорода.

pH 7 характеризует нейтральную реакцию,

pH < 7 — кислую

и pH > 7 — щелочную.

Реакция почвенного раствора в различных почвах колеблется от pH 3,5 до 8—9 и выше.

Наиболее кислую реакцию имеют болотные почвы верховых торфяников.

Кислой реакцией почвенного раствора характеризуются подзолистые и дерново-подзолистые почвы (pH 4—

6).

Кислотность почвы — способность почвы подкислять воду и растворы нейтральных солей. Различают актуальную и потенциальную кислотность, которая подразделяется на обменную и гидролитическую.

Актуальная кислотность — кислотность почвенного раствора, обусловленная повышенной концентрацией ионов водорода по сравнению с ионами гидроксила. Она определяется наличием в нем водорастворимых кислот — щавелевой, лимонной, фульвокислот, гидролитически кислых солей, прежде всего угольной кислоты.

Потенциальная кислотность характерна для твердой фазы почвы. Между актуальной и потенциальной кислотностью в почве сохраняется подвижное равновесие, но доминирующее значение во всех почвах имеет кислотность твердой фазы почвы.

Потенциальная кислотность (кислотность твердой фазы) имеет сложную природу. Ее носителем являются обменные катионы H^+ и Al^{3+} почвенных коллоидов.

В зависимости от характера вытеснения различают две формы потенциальной кислотности — обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность проявляется при обработке почвы раствором нейтральной соли.

Курс лекций по почвоведению

Величина обменной кислотности выражается в миллиграмм-эквивалентах H^+ и Al^{3+} , количество которых определяется методом титрования, или величиной рН солевой вытяжки, полученной при обработке почвы раствором нейтральной соли.

По величине pH_{KCl} различают следующие градации кислой реакции:

сильнокислая $pH < 4,5$, кислая $pH 4,6—5,0$; слабокислая $pH 5,1—5,5$; близкая к нейтральной $pH 5,6—6,0$.

При обработке почвы раствором нейтральной соли вытесняются не все поглощенные ионы водорода.

Более полно выявляется потенциальная кислотность при обработке почвы раствором гидролитически щелочной соли, например CH_3COONa .

Гидролитическая кислотность может рассматриваться как суммарная кислотность почвы, состоящая из актуальной и потенциальной кислотности.

Величину гидролитической кислотности (гк) выражают также в миллиграмм-эквивалентах H^+ на 100 г почвы и обозначают символом Н.

Кислотность почвы является резко отрицательным свойством почвы, так как она угнетает развитие большинства культурных растений, усиливает разрушение минералов почвы, вызывая оподзоливание последней. Кроме того, катионы алюминия в почвенном растворе токсичны для растений.

Для устранения кислотности проводят известкование почвы, при котором происходит замещение поглощенного водорода на кальций.

По нуждаемости в известковании почвы разделяются в зависимости от величины pH_{KCl} на сильно- ($pH < 4,5$), средне- ($pH 4,6—5,0$), слабонуждающиеся ($pH 5,1—5,5$) и ненуждающиеся ($pH > 5,5$).

Для почв с $pH 4,6—5,5$ необходимо также учитывать и степень насыщенности основаниями по следующей градации: $< 50\%$ — сильно нуждаются, $50—70$ — средне; $70—80$ — слабо и > 80 — не нуждаются в известковании.

Буферность почвы.

Буферной способностью, или буферностью, называют способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора.

Различают буферную способность почв против изменения реакции в сторону подкисления и буферную способность против изменения реакции в сторону подщелачивания. Буферность зависит от химического состава и емкости поглощения почвы, состава поглощенных катионов и свойств почвенного раствора.

Лекция 6. Общие физические и физико-механические свойства почв

1. Общие физические свойства почвы	85
2. Физико-механические свойства почвы	87
3. Тепловые свойства и тепловой баланс почвы	90
4. Типы теплового режима почв	91
5. Регулирование физических и физико-механических свойств почвы	93
5.1. Негативные изменения физических и физико-механических свойств почв	93
5.2. Мероприятия по улучшению физико-механических свойств, сохранению и восстановлению почвенной структуры	95
Краткий конспект Лекции 6	97

Почва представляет собой сложную саморегулирующуюся, по-ликомпонентную, многофазную систему. Выделяют четыре физические фазы: твердую, жидкую, газовую и живую.

Твердая фаза почвы состоит из минеральной и органической частей, причем первая составляет обычно 95—99 %. Твердая фаза — прочная основа, скелет почвы. Минеральная ее часть сформировалась из материнских геологических пород и содержит остаточные минералы (обломки и частицы исходных пород и минералов), вторичные (вновь образованные) минералы, а также оксиды, соли и другие соединения и элементы, образовавшиеся в процессе выветривания и почвообразования.

Органическая часть — это неразложившиеся и полуразложившиеся остатки живых организмов, главным образом растительные продукты их разложения и гумус.

Твердая фаза почвы полидисперсна, она состоит из частиц и агрегатов различной формы и величины: от крупных глыб, обломков породы, комков и песчинок до коллоидных частиц. Основные характеристики твердой фазы почвы: минералогический, химический, гранулометрический, агрегатный состав, структура, плотность, пористость (скважность), связность.

Жидкая фаза почвы представляет собой почвенный раствор, который формируется из воды, поступающей в почву с атмосферными осадками, из грунтовых вод, при конденсации водяных паров. Объем и химический состав почвенного раствора динамичны и зависят от количества поступающей воды, водно-физических свойств и химического состава почвы.

Почвенный раствор, или почвенная вода, занимает имеющиеся в твердой фазе почвы пустоты (поры, капилляры), адсорбируется коллоидными частицами, образуя различные по доступности растениям и связности в почве формы влаги.

Жидкая фаза почвы играет важную роль в почвенном плодородии (питание растений) и в процессах почвообразования и формирования почвенного профиля, осуществляя перенос различных частиц и соединений в виде суспензий, взвесей, коллоидных и истинных растворов.

Газовая фаза почвы представлена почвенным воздухом, который заполняет свободные от воды пустоты (поры) в почве. Источником почвенного воздуха являются воздух атмосферы и образующиеся в почве газы. Состав почвенного воздуха значительно отличается от атмосферного и весьма динамичен. Вода и воздух в почве находятся в динамическом равновесии на основе антагонизма: чем больше воды, тем меньше воздуха, и наоборот.

Живая фаза почвы представлена живыми организмами, населяющими почву и участвующими в почвообразовательных процессах. Это в первую очередь различные микроорганизмы (бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы, водоросли), а также простейшие, насекомые, черви и пр.

Твердая, жидкая, газовая и живая фазы находятся в тесном взаимодействии, составляя единую систему — почву.

В связи с этим, к показателям, характеризующим почву как физическое тело, относятся помимо ее структуры, общие физические и физико-механические, а также водные, воздушные и тепловые свойства.

1. Общие физические свойства почвы

Основными физическими свойствами почвы являются:

плотность твердой фазы, плотность сложения и пористость.

Плотность твердой фазы. Как уже было отмечено, почва состоит из твердой, жидкой, газообразной и живой фаз. Если условно исключить жидкую и газообразную составные части почвы, придать твердой фазе монолитное состояние и определить массу единицы ее объема, то это и будет плотность твердой фазы (удельная масса).

Плотность твердой фазы почвы — отношение массы ее твердой фазы к массе воды в том же объеме при -4°C .

В лабораторных условиях плотность твердой фазы определяют пикнометрическим методом, при котором объем твердой фазы находят по массе воды, вытесненной навеской сухой почвы. При этом исходят из того, что при температуре 4°C 1 г воды занимает объем, равный 1 см^3 . Именно поэтому в практике почвоведения плотностью твердой фазы называют отношение массы сухой почвы к массе равного объема воды при температуре 4°C .

Данный показатель измеряется в граммах на сантиметр кубический (г/см^3) и зависит от минералогического состава почвы и содержания в ней органического вещества. Минералы, входящие в состав почвы, отличаются различной удельной массой (от **2,1 до 5 г/см^3** и более).

Соответственно, чем больше в почве тяжелых минералов, тем выше плотность ее твердой фазы. Что касается органического вещества, то его удельная масса ($1,2\text{—}1,8\text{ г/см}^3$) в 1,5—2 раза меньше, чем у минеральной части почвы. Поэтому почвы с большим содержанием органического вещества всегда отличаются меньшей плотностью твердой фазы.

Различные типы почв имеют неодинаковую плотность твердой фазы. Ее величина для минеральных почв колеблется от $2,4$ до $2,8\text{ г/см}^3$ и зависит от минералогического состава почвы и содержания органических компонентов.

Дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся на алюмосиликатных породах и бедные органическим веществом, имеют плотность твердой фазы $2,65\text{—}2,70$.

Плотность твердой фазы мало гумусированных горизонтов субтропических почв $2,7\text{—}2,8$, богатых органическими компонентами торфяников $1,4\text{—}1,8$.

В целом плотность твердой фазы — величина довольно стабильная и в минеральных горизонтах большинства почв находится в пределах $2,4\text{—}2,7\text{ г/см}^3$, в торфяных — $1,4\text{—}1,8\text{ г/см}^3$.

Плотность сложения почв. Сложение почвы определяется взаимным расположением ее частиц и комков. Плотностью сложения (или просто плотностью) почвы (d_v) называется масса единицы объема абсолютно сухой почвы в естественном состоянии. При ее определении учитывается не только объем твердой фазы почвы, но и объем пор, поэтому плотность почвы будет всегда меньше плотности твердой фазы ее.

Как и плотность твердой фазы, она выражается в граммах на сантиметр кубический (г/см^3).

У минеральных почв плотность колеблется от $0,9$ до $1,8\text{ г/см}^3$, у торфяно-болотных — от $1,15$ до $0,40\text{ г/см}^3$. Этот показатель довольно динамичен и зависит от минералогического состава почвы, размера; почвенных частиц, содержания органического вещества, структурного состояния и пористости.

Большое влияние на его значение оказывает обработка почвы. Как правило, наименьшую плотность почва имеет сразу же после культивации, которая способствует ее разрыхлению и увеличению объема пор. Со временем плотность увеличивается до состояния, которое называется равновесной плотностью. При таком состоянии плотность сложения почвы длительное время почти не изменяется, что в первую очередь объясняется равновесием сил, вызывающих уплотнение почвы и увеличение объема пор.

Курс лекций по почвоведению

Уменьшение плотности почвы может происходить в результате ее набухания при увлажнении и последующей усадки в засушливый период, замерзания и оттаивания воды в почве, развития корневой системы растений, деятельности обитающих в почве животных, внесения органических удобрений.

Верхние горизонты малогумусных дерново-подзолистых почв имеют плотность 1,2—1,4 г/см³, нижние уплотненные—1,6—1,8 г/см³.

В верхних горизонтах черноземов плотность 1,0—1,2, в нижних 1,3—1,6 г/см³. Под влиянием приемов окультуривания верхние горизонты пахотных почв имеют более низкий показатель плотности.

Каждая сельскохозяйственная культура предъявляет свои требования к плотности почвы. Наиболее благоприятная для того или иного растения плотность сложения почвы называется *оптимальной*.

Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальная величина плотности на суглинистых и глинистых почвах 1—1,2 г/см³. Дальнейшее увеличение ее снижает урожай сельскохозяйственных культур. Так, на суглинистых черноземах при плотности почвы 1,5 г/см³ получен урожай овса в 3,7 раза меньше, чем при 1,1 г/см³.

Оценка плотности сложения (d_v) суглинистых и глинистых почв (Н.А. Качинский)

d_v , г/см ³	Оценка	г/см ³	Оценка
< 1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом	1,3-1,4	Пашня сильно уплотнена
1,0-1,1	Свежевспаханная почва	1,4-1,6	Типичные величины для подпахотных горизонтов (кроме черноземов)
1,2-1,3	Пашня уплотнена	1,6-1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

Плотность сложения почвы — не основной, но довольно важный показатель, характеризующий ее плодородие. От нее зависят водные, воздушные и тепловые свойства, развитие корневых систем растений, интенсивность микробиологических процессов, а в конечном итоге — урожайность сельскохозяйственных культур.

К основным агротехническим мероприятиям, направленным на достижение оптимальных параметров плотности сложения почвы, относятся ее глубокое рыхление и внесение органических удобрений.

Пористость — суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Пористость выражается в процентах от общего объема почвы.

Этот показатель весьма непостоянен. Он тесно связан с плотностью сложения, гранулометрическим составом и структурным состоянием почвы и находится в пределах 25—90%. Его максимальные значения (80—90%) характерны для торфяных горизонтов.

Сумма всех видов пористости составляет общую пористость почвы. Ее обычно вычисляют по показателям плотности почвы (d_v) и плотности твердой фазы (d):

$$P_{общ} = (1 - d_v / d) * 100$$

за 1 принимается общий объем почвы со всеми ее порами.

Экспериментально общую пористость определяют заполнением всех пор жидкостью, объем которой измеряют.

Пористость почвы, прежде всего, определяется ее структурностью, а также зависит от плотности, механического и минералогического состава. В макроструктурных почвах на поры приходится большая часть объема; в микроструктурных почвах — меньшая часть объема почвы.

Курс лекций по почвоведению

С общей пористостью связаны водопроницаемость, воздухопроницаемость и воздухоемкость, газообмен между почвой и атмосферой.

В структурных почвах поры располагаются как между агрегатами, так и внутри них, между элементарными почвенными частицами. При этом поры делятся на капиллярные и некапиллярные.

Капиллярные поры — это поры, которые находятся между мельчайшими почвенными частицами и в которых вода передвигается под действием капиллярных сил. Некапиллярные поры расположены между структурными отдельностями или крупными механическими элементами.

Капиллярная пористость равна объему капиллярных промежутков почвы, некапиллярная — объему крупных пор.

Более полное представление об условиях обеспечения растений водой и кислородом дает учет капиллярной и некапиллярной пористости. Самые благоприятные условия увлажнения и воздухообеспеченности складываются в почвах при соотношении капиллярной и некапиллярной пористости 1 : 1.

По Н. А. Качинскому, пористость подразделяется:

на общую, пористость агрегатов, межагрегатную,

капиллярную, поры, заполненные прочносвязанной водой, поры, заполненные рыхлосвязанной водой, поры, занятые воздухом (пористость аэрации).

В агрономическом отношении важно, чтобы почвы имели наибольшую пористость капилляров, заполненную водой, и одновременно пористость аэрации не менее 15 % объема в минеральных и 30—40 % в торфяных почвах.

Таблица 2. Оценка пористости почв

(Н.А. Качинский)

Общая пористость в вегетационный период для суглинистых и глинистых почв, %	Качественная оценка пористости	Общая пористость в вегетационный период для суглинистых и глинистых почв, %	Качественная оценка пористости
>70	Почва вспушена — избыточно пористая	50-40	Неудовлетворительная для пахотного слоя
65-55	Культурно-пахотный слой — отличная	40-25	Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов — чрезмерно низкая
55-50	Удовлетворительная для пахотного слоя		

2. Физико-механические свойства почвы

К физико-механическим свойствам почвы относятся пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость и сопротивление при обработке.

Пластичность — способность почвы изменять свою форму под влиянием какой-либо внешней силы без нарушения сплошности и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Пластичность проявляется только при влажном состоянии почвы. В зависимости от степени увлажнения характер пластичности изменяется.

В соответствии с этим Аттерберг предложил различать следующие константы пластичности почвы:

- а) верхний предел пластичности, или предел текучести, — весовая влажность почвы при которой стандартный конус под действием собственной массы (76 г) погружается в почвенный образец на глубину 10 см;
- б) нижний предел пластичности, или предел раскатывания, — весовая влажность, при которой образец почвы можно раскатать в шнур диаметром 3 мм без образования в нем разрывов;
- в) число пластичности — разность между числовым выражением верхнего и нижнего пределов пластичности.

Пластичность теснейшим образом связана с механическим составом почв. Глинистые почвы имеют число пластичности более 17; суглинистые — в пределах 7—17; супеси — меньше 7; пески непластичны (число пластичности стремится к 0).

Существенное влияние на пластичность оказывают также состав коллоидной фракции почвы, состав поглощенных катионов и содержание гумуса. Установлено, что при узком соотношении $SiO_2: R_2O_3$ пластичность проявляется особенно ярко. Степень ее зависит и от соотношения поглощенных катионов. Наибольшей пластичностью отличаются солонцовые глинистые почвы, содержащие 25—30 % и больше обменного натрия от емкости поглощения, наименьшей — почвы, насыщенные кальцием и магнием. При высоком содержании гумуса пластичность почвы уменьшается.

Липкость — свойство влажной почвы прилипать к другим телам. В результате прилипания почвы к рабочим частям машин и орудий увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество обработки почвы.

Решающая роль в проявлении липкости принадлежит тонкому слою слабосвязанной воды. Этот слой воды называется адгезионным, а сам процесс склеивания с его помощью почвенных частиц и различных предметов — *адгезией*. Чем тяжелее по гранулометрическому составу почва, тем сильнее она прилипает к твердым телам. Это объясняется тем, что более диспергированные почвы имеют большую удельную поверхность и соответственно большую гидрофильность. Липкость возрастает также с увеличением содержания в почве органического вещества.

Величина липкости определяется силой, требующейся для отрыва металлической пластинки от влажной почвы. Липкость выражается в граммах на 1 см^2 . Она проявляется при увлажнении почвы, приближающемся к верхнему пределу пластичности. Высокогумусированные почвы (черноземы, дерновые) даже при высоком увлажнении (30—35 % от массы) не проявляют липкости.

Состав поглощенных оснований почвы в значительной мере определяет ее липкость. Увеличение степени насыщенности почвы кальцием способствует снижению величины прилипания, тогда как с возрастанием насыщенности натрием липкость почвы резко увеличивается.

На прилипание существенно влияет механический состав почвы. У глинистых почв липкость наиболее значительна, у песка она наименьшая.

Н. А. Качинский (1934) делит почвы по липкости на предельно вязкие ($>15\text{ г/см}^2$), сильновязкие (5—1.5), средние по вязкости (2—5), слабовязкие ($<2\text{ г/см}^2$).

Набухание — увеличение объема почвы при увлажнении. Набухание присуще мелкоземистым почвам, содержащим большое количество коллоидов, и объясняется связыванием тонкими частицами почвы молекул воды (увеличением гидратных оболочек). Набухание выражают в объемных процентах и определяют по формуле:

$$V_{\text{наб}} = (V_1 - V_2) / V_2 * 100$$

где $V_{\text{наб}}$ — процент набухания от исходного объема; V_1 — объем влажной почвы; V_2 — объем сухой почвы.

Величина набухания зависит от количества и качества коллоидов. Наиболее набухаемы глинистые почвы.

Курс лекций по почвоведению

Набухание тесно связано с составом глинистых минералов почвы. Минералы монтмориллонитовой группы с расширяющейся кристаллической решеткой обладают наибольшей набухаемостью, минералы каолинитовой группы — наименьшей. Органические коллоиды при увлажнении также сильно увеличиваются в объеме.

Большое влияние на набухание оказывает состав обменных катионов почв. При насыщении почв одновалентными основаниями (особенно натрием) набухание достигает 120—150%. тогда как при насыщении почв двух- и трехвалентными катионами значительного увеличения в объеме при набухании не наблюдается.

Набухание почвы может вызвать неблагоприятные в агрономическом отношении изменения в поверхностном слое почвы. Вследствие набухания частички почвы могут быть настолько разделены пленками воды, что это приведет к разрушению агрегатов.

Усадка — сокращение объема почвы при высыхании. Величина усадки обусловлена теми же факторами, что и набухание. Чем больше набухание, тем сильнее усадка почвы. Усадку можно измерять в объемных процентах по отношению к исходному объему:

$$U_{ус} = (V_1 - V_2) / V_2 * 100$$

где $U_{ус}$ — процент усадки от исходного объема; V_1 — объем влажной почвы; V_2 — объем сухой почвы.

При сильной усадке в почве образуются многочисленные трещины, происходит разрыв корней растений, усиливается физическое испарение влаги.

Важнейшие технологические показатели — величина энергетических затрат, расход горючего, смазочных материалов, износ сельскохозяйственных машин и др. — определяются связностью и твердостью почвенных частиц.

Связность — способность почвы сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить почвенные частицы. Вызывается связность силами сцепления между частицами почвы. Степень сцепления обусловлена механическим и минералогическим составом, структурным состоянием почвы, влажностью и характером ее сельскохозяйственного использования.

Наибольшей связностью характеризуются глинистые почвы, наименьшей — песчаные. Малоструктурные почвы в сухом состоянии имеют максимальную связность. Выражается она в $\text{кг}/\text{см}^2$.

Твердость — сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела (шара, конуса, цилиндра и т.д.). Твердость определяется специальными приборами — твердомерами. Выражается в килограммах на 1 см^2 . Высокая твердость — признак плохих физико-химических и агрофизических свойств почв. В этих условиях требуются большие затраты энергии на обработку, затрудняется прорастание семян, корни плохо проникают в почву. Она хуже пропускает влагу и воздух. На почвах со значительной твердостью растения развиваются плохо.

Твердость почвы зависит от ее увлажнения. По мере уменьшения влажности она резко возрастает. По П. У. Бахтину (1961), со снижением влажности оподзоленного чернозема с 34,5 до 13,3 % твердость почвы увеличивается в 7 раз.

Заметное влияние на твердость оказывает структурность почвы. Распыленная почва при высыхании оказывает значительно большее механическое сопротивление, чем комковато-зернистая.

Твердость непосредственно связана с составом поглощенных оснований почвы; так, у черноземов, насыщенных кальцием, она в 10—15 раз меньше, чем у солонцов.

Хорошо гумусированные почвы, насыщенные двухвалентными катионами, имеют меньшую твердость, чем малогумусные. Прямое влияние на твердость почвы и ее связность оказывает механический состав. Сопротивление раздавливанию тяжелых глин после высушивания достигает 150—180 $\text{кг}/\text{см}^2$ (А. Н. Соколовский, 1956).

С твердостью связана такая важная технологическая характеристика почвы, как сопротивление ее обработке. В обычном интервале влажности сопротивление почвы при обработке находится в прямой зависимости от твердости почвы.

Удельное сопротивление — усилие, затрачиваемое на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую поверхность. Удельным сопротивлением обуславливается величина силы тяги (P) при вспашке почвы: $P=KX, aXb$, где K — удельное сопротивление; a — глубина пахоты, см; b — ширина захвата плуга, см.

Выражается удельное сопротивление в килограммах на 1 см^2 . В зависимости от механического состава, физико-химических свойств, влажности и агрохозяйственного состояния удельное сопротивление почвы изменяется в пределах от 0,2 до $1,2 \text{ кг/см}^2$.

Наименьшим удельным сопротивлением характеризуются не насыщенные основаниями почвы легкого механического состава (супесчаные и песчаные), самым большим — тяжелосуглинистые и глинистые почвы солонцового типа, содержащие свыше 20—30% натрия от емкости поглощения. Существенное влияние на удельное сопротивление оказывает увлажнение почвы. Максимальное удельное сопротивление наблюдается при влажности, близкой к влажности устойчивого завядания, минимальное — при средней увлажненности почвы.

На различных угодьях величина удельного сопротивления существенно изменяется. При обработке целинных и старозалежных земель она возрастает на 45—50 % по сравнению со старопашотными почвами.

На почвах под пропашными удельное сопротивление значительно меньше, чем под зерновыми культурами и многолетними травами.

Удельное сопротивление зависит также от засоренности почв (особенно корневищными сорняками).

Почвы с хорошей структурой при прочих равных условиях оказывают меньшее сопротивление при обработке, чем бесструктурные.

Спелость почвы. С физико-механическими свойствами почвы тесно связана ее спелость. Различают физическую и биологическую спелость почвы.

Физической спелостью называется состояние почвы, при котором она оказывает наименьшее сопротивление обрабатывающим орудиям, хорошо крошится и образует максимальное количество мезоагрегатов. Влажность физически спелой почвы колеблется от 60 до 90% от наименьшей влагоемкости. Она зависит от гранулометрического состава. У песчаных и супесчаных почв состояние физической спелости наступает при более высокой влажности, чем у суглинистых и глинистых.

Насыщение почвенного поглощающего комплекса катионами кальция и магния значительно снижает липкость почв, что способствует более ранней их обработке в весенний период. Состояние физической спелости наступает раньше и у высокогумусированных почв, отличающихся от почв с низким содержанием гумуса большей степенью оструктуренности.

Под биологической спелостью понимают такое состояние почвы, при котором почвенные микроорганизмы начинают активно содействовать освобождению продуктов питания для растений.

3. Тепловые свойства и тепловой баланс почвы.

Тепловой режим играет большую роль в почвообразовании, так как с ним связана энергия происходящих в почве биологических, химических, физических и биохимических процессов. Он непосредственно влияет на рост и развитие растений.

Температура почвенных горизонтов — основной показатель ее теплового режима.

С температурой почвы связаны растворимость в воде минеральных соединений, кислорода и углекислого газа, скорость поступления в растения питательных элементов и влаги.

Курс лекций по почвоведению

Лучистая энергия Солнца, или солнечная радиация, — главный источник тепла на земной поверхности. Среднее количество тепла, поступающего к Земле, составляет 8 Дж на 1 см^2 в 1 минуту (солнечная постоянная), но количество солнечной энергии, поступающей на поверхность почвы, меньше из-за рассеивания ее атмосферой, а также из-за отражения от земной поверхности.

Теплота, выделяемая при химических и биологических процессах, идущих в верхних слоях почвы (разложение органических остатков), а также приток тепла из глубинных слоев составляют незначительную величину по сравнению с лучистой энергией Солнца.

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

Теплопоглощительную способность почвы обычно характеризуют величиной альбедо (A), которая показывает, какую часть поступающей лучистой энергии отражает почва.

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

Для идеально отражающей поверхности альбедо будет 100%, а для абсолютно черного тела, целиком поглощающего поступающую лучистую энергию Солнца, эта величина будет стремиться к нулю.

Альбедо является важнейшей тепловой характеристикой, зависящей от цвета почвы, ее структурного состояния, влажности и выровненности поверхности.

Альбедо почв, покрытых растительностью, зависит также от особенностей растений, цвета листьев и стеблей.

Наиболее существенное влияние на лучепоглощительную и лучеотражательную способность почв оказывают количество и качество гумуса, определяющие цвет почвы, а также ее гранулометрический состав.

Теплоемкость — свойство почвы поглощать тепло.

Различают удельную и объемную теплоемкость почвы.

Удельная теплоемкость — количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 г сухой почвы на 1°C .

Объемная теплоемкость — количество тепла в джоулях затрачиваемое для нагревания 1 см^3 сухой почвы на 1°C .

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

Теплопроводность почвы — способность ее проводить тепло.

Теплопроводность измеряется количеством тепла в джоулях, которое проходит в секунду через 1 см^2 почвы слоем 1 см.

В почве тепло передается различными путями: через разделяющие твердые частицы воду или воздух; при контакте частиц между собой; излучением от частицы к частице; конвекционной передачей тепла через газ или жидкость.

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

4. Типы теплового режима почв

Под *тепловым режимом почвы* понимают совокупность всех явлений поступления, передвижения и отдачи тепла почвой.

Основной показатель этого режима — температура почвы. Поэтому тепловой режим часто называют температурным. Определяется он температурой почвы на различных глубинах и в разные сроки.

В течение года наибольшим колебаниям подвержена температура поверхности почвы. Каждому почвенному типу присущи свои пределы температуры на глубине 20 см, поэтому основным показателем теплового режима почвы считается ее средняя температура на этой глубине.

На тепловой режим влияют климат, растительность, рельеф, снеговой покров, а также гранулометрический состав, влажность и цвет почвы.

Температурный режим почв обуславливается их географическим положением, с которым связано поступление лучистой энергии к поверхности почвы, и проявлением основных тепловых свойств почвенных горизонтов — теплопоглощительной способности, теплоемкости и теплопроводности.

Температура почвы оказывает непосредственное влияние на развитие растений, особенно корневой системы.

Между температурой почвы и произрастающими на ней растениями обнаруживается не только прямая, но и обратная связь: растительный покров оказывает существенное влияние на динамику температуры в почве.

Растения и пожнивные остатки уменьшают суточные и сезонные колебания температур в верхнем слое почвы.

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

Сильно влияет на температурный режим снеговой покров: препятствует глубокому промерзанию почвы, уменьшает потерю тепла из нее вследствие излучения.

Тепловой баланс почвы является количественной характеристикой теплового режима.

Тепловой баланс складывается из приходной части, это прямая, рассеянная и длинноволновая радиация, в расходной части это отраженная и излученная радиации.

Типы теплового (температурного) режима почв.

В зависимости от среднегодовой температуры и характера промерзания почвы выделяет четыре типа температурного режима почв:

мерзлотный, длительно сезоннопромерзающий, сезоннопромерзающий, непромерзающий.

Мерзлотный тип температурного режима характерен для местностей, где среднегодовая температура профиля почвы отрицательная. В таких почвах преобладает процесс охлаждения, сопровождающийся промерзанием их влаги до верхней границы многолетнемерзлых пород.

Этот тип теплового режима выражен в почвах ряда провинций Евразийской полярной и Восточно-Сибирской мерзлотно-таежных областей.

Длительно сезоннопромерзающий тип температурного режима проявляется на территориях, где преобладает положительная среднегодовая температура почвенного профиля. Глубина проникновения отрицательных температур не менее 1 м, но смыкания сезонного промерзания с многолетнемерзлыми породами не наблюдается (не исключается отсутствие многолетнемерзлых пород). Длительность промерзания не менее 5 месяцев.

Сезоннопромерзающий тип температурного режима отличается положительной среднегодовой температурой почвенного профиля. Промерзание не более 5 месяцев. Подстилающие породы немерзлые.

Длительно сезоннопромерзающим и сезоннопромерзающим типами теплового режима охватывается наибольшая часть территории бывшего СССР.

Непромерзающий тип температурного режима наблюдается в местностях, где промерзание профиля почв и морозность не проявляются. К ним относятся теплая южноевропейская фация и области субтропического пояса.

Приемы регулирования теплового режима почв. Знание теплового баланса и его элементов, теплового потока в почву и тепловых свойств позволяет использовать различные агрономические мероприятия, существенно влияющие на тепловой режим почв.

Все приемы активного влияния на тепловой режим почв делятся на агротехнические, агро-мелиоративные и агрометеорологические.

К первой группе относятся различные способы обработки почвы: прикатывание, гребневание, оставление стерни, мульчирование;

ко второй — орошение, осушение, лесные полосы, меры борьбы с засухой;
к третьей — приемы, снижающие излучение тепла из почвы, меры борьбы с заморозками и др.

5. Регулирование физических и физико-механических свойств почвы

5.1. Негативные изменения физических и физико-механических свойств почв

В результате антропогенного воздействия на почву (лущение, вспашка, культивация, боронование, прикатывание и т. п.) и естественных процессов (осадки, ветер, высушивание и т. п.) происходят изменения физических свойств почвы, которые обуславливают формирование многих негативных процессов, в том числе образование плужной подошвы, почвенной корки.

Плужная подошва — это уплотненный слой почвы на границе пахотного и подпахотного горизонтов. Она значительно ухудшает (снижает) поступление воды в почву, в подпахотные слои, вызывает переувлажнение верхних слоев и увеличивает сток воды с полей даже при общем дефиците влаги. Образуется плужная подошва в результате проведения основной обработки почвы в течение длительного времени примерно на одинаковую глубину. Под тяжестью почвообрабатывающих машин, в основном плугов, на глубине обработки почва уплотняется. В то же время в результате длительной интенсивной обработки разрушается структура почвы. В ней возрастает доля микроструктуры, пылевидных илистых частиц. Эти частицы под действием воды и других факторов опускаются вниз до уровня уплотненного почвообрабатывающими машинами слоя, аккумулируются в нем, окончательно закупоривая поры и межагрегатные пустоты этого слоя, и превращают его практически в водоупорный, водонепроницаемый слой — плужную подошву. Она ухудшает водный, воздушный и пищевой режимы, условия роста и развития культурных растений, снижает их урожайность.

Чтобы не допустить образования плужной подошвы и для ее устранения, необходима система дифференцированной обработки почвы, предусматривающая чередование различных (отвальной и безотвальной) разноглубинных технологий обработки почвы. Наряду с отвальной обработкой (вспашкой) следует шире применять безотвальные орудия — чизели, учитывая реакцию возделываемых культур на эти способы обработки почвы. Чизели, имея небольшую площадь соприкосновения с подпахотным горизонтом, значительно меньше и не по всей плоскости уплотняют почву и не способствуют формированию плужной подошвы.

Почвенная корка — это уплотненный слой самого верхнего горизонта почвы. Она является механическим препятствием на пути появляющихся всходов культурных растений, значительно ухудшает газообмен почвы с приземным слоем воздуха, обрекая проростки культурных растений на кислородное голодание, способствует развитию болезней и в целом приводит к изреживанию и даже полному уничтожению всходов, резко снижает урожайность сельскохозяйственных культур.

Почвенная корка образуется чаще всего на полях, не занятых культурными растениями, преимущественно весной, до появления всходов или в процессе их появления. Она — результат совместного действия антропогенных и естественных факторов: интенсивная систематическая механическая обработка почвы приводит к ухудшению ее структуры, накоплению пылевидных илистых фракций, снижению водопропускности структуры. Выпадающие на такую почву ливневые осадки усиливают распыление агрегатов, заиливают капилляры и межагрегатные поры верхнего слоя почвы, превращая ее после высыхания в сплошной, непроницаемый для воды, воздуха и проростков культурных растений монолит.

Образованию почвенной корки может способствовать неумелое прикатывание почвы. Применение этого приема до наступления физической спелости, особенно на бесструктурных почвах, приводит к образованию почвенной корки. Выпадающие сразу после прикатывания осадки также усиливают этот процесс.

Приемы борьбы с почвенной коркой можно разделить на долговременные и оперативные. К долговременным относятся все мероприятия, улучшающие структуру и прочность агрегатов, а также способствующие повышению содержания органического вещества (гумуса) почвы.

К оперативным методам борьбы с коркой относятся механические приемы, направленные на разрушение уплотненного слоя почвы. Это боронование довсходовое и по всходам, обработка почвы и посевов игольчатыми рабочими органами и т. д. Формирование на поверхности почвы рыхлого мульчирующего слоя толщиной 1,5—2 см, прерывающего капилляры, препятствует возникновению почвенной корки или по меньшей мере снижает темпы ее образования и вредность. Поэтому в агрегате с катками следует применять легкие бороны, которые и сформируют этот мульчирующий слой.

От физико-механических свойств почвы в значительной степени зависят качество ее обработки, условия роста и развития культурных растений, уровень их урожайности.

Наибольшее значение при этом имеют **структура, плотность, твердость и липкость почвы**. Эти свойства в сочетании с влажностью определяют готовность почвы к обработке, ее качество и условия жизни растений.

Агрономически ценная комковато-зернистая структура, придавая почве рыхлое сложение, облегчает прорастание и распространение корней растений, а также уменьшает энергетические затраты на механическую обработку почвы. Бесструктурные почвы по сравнению со структурными, обладая большей связностью, оказывают и более сильное удельное сопротивление при обработке.

Плотность почвы — важнейшее условие высокой продуктивности сельскохозяйственных растений. Для большинства культур она составляет от 1,1 до 1,3 г/см³. При увеличении или уменьшении плотности почвы на 0,1—0,2 г/см³ по сравнению с оптимумом урожай снижается, а при значительном уплотнении резко падает. Особенно чутко реагируют на уплотнение черноземы. При повышении плотности выщелоченного чернозема на 0,1 г/см³ урожай зерновых колосовых культур снижается на 15 %, а при повышении ее на 0,2 г/см³ — на 50 %. Вред избыточного уплотнения проявляется и в повышенном сопротивлении почвы проникновению в глубь ее профиля растущих корней растений в результате увеличения объемной массы, снижения общей и некапиллярной скважности, ухудшения водного, воздушного, пищевого и теплового режимов, снижения биологической активности почвы, нарушения оптимальных условий жизни растений.

При уплотнении почвы уменьшается не только общий объем пор, но и их размер.

Уплотненная почва плохо впитывает и фильтрует влагу, что способствует усилению поверхностного стока, эрозии и в целом снижению влагообеспеченности растений, создает предпосылки для более частого проявления засухи в большинстве регионов.

На уплотненной почве длина корней и их масса значительно меньше, чем на неуплотненной, причем большая часть их располагается у поверхности почвы, что ухудшает условия минерального питания.

Применение мощной тяжелой техники может вызвать сильное уплотнение пахотного и подпахотного горизонтов. При этом ухудшается порозность почвы и резко возрастает ее удельное сопротивление.

Наряду с плотностью значительно ухудшает качество обработки и почвы и увеличивает затраты на ее выполнение липкость почвы.

При обработке почвы в сильновязком и предельном состоянии (липкость > 5 г/см²), когда частицы почвы приобретают коллоидный характер и легко могут смещаться по отношению друг к другу, происходит пластичное деформирование почвы. Это приводит к нарушению пористости, замазыванию, образованию корки, глыб и плужной подошвы. В зависимости от вида и скорости почвообрабатывающих машин это пластичное деформирование в результате сдавливания почвы, например отвалом плуга, вызывает дополнительное сильное уплотнение почвы. Состояние почвы при этом практически необратимо, то есть оно не может быть устранено или изменено в короткий срок приемами обработки. Только длительное воздействие природных сил (изменение почвы от набухания и сжатия, образование трещин под действием мороза) может постепенно восстановить нарушенную структуру почвы.

Твердость и удельное сопротивление также влияют на качество обработки почвы, и затраты на ее проведение аналогичны влиянию плотности.

Многие агрофизические свойства почвы довольно динамичны и их можно регулировать с помощью агротехнического, биологического и химического воздействия.

5.2. Мероприятия по улучшению физико-механических свойств, сохранению и восстановлению почвенной структуры

Проблема улучшения физико-механических свойств почвы — одна из главных в земледелии, так как от этого зависят увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение производства продукции растениеводства.

Существует множество приемов регулирования физико-механических свойств и восстановления почвенной структуры. Их можно объединить в три большие группы: механические, химические, биологические.

К механическим приемам относят интенсивную механическую обработку почвы, почвоуглубление, щелевание и т. д. Эти приемы позволяют существенно улучшить физико-механические свойства почвы. Однако действие их кратковременное, и поэтому для достижения продолжительного эффекта необходимо систематическое многократное применение их.

А это, в свою очередь, имеет отрицательный эффект, так как систематические интенсивные механические обработки способствуют увеличению доли микроструктуры (илистых фракций) в структуре почвы.

Эффективность обработок почвы во многом зависит от ее влажности. Она должна обрабатываться в состоянии физической спелости. В этом случае формируется наиболее ценная с агрономической точки зрения структура, а почва отличается невысокой плотностью и хорошей воздухообеспеченностью.

Агротехнические приемы (вспашка, культивация, прикатывание и др.) значительно изменяют плотность и общую пористость пахотного и подпахотного горизонтов почв, их удельное сопротивление. В результате применения различных агротехнических приемов верхние горизонты почв приобретают благоприятное строение. Оптимальная плотность пахотного слоя почвы определяется биологическими особенностями сельскохозяйственной культуры, а также погодными условиями. Г. Б. Гальдин (1963), исследуя влияние прикатывания на урожай яровой пшеницы, показал, что для выщелоченных черноземов Пензенской области оптимальная плотность составляет 1,11—1,14 г/см³. При такой плотности в засушливый год урожай повысился на 26% по сравнению с контролем (плотность почвы 1,04 г/см³), тогда как во влажные годы прикатывание не дало эффекта.

Химические приемы мелиорации изменяют состав поглощенных оснований и весь комплекс физических и физико-химических свойств почв. К наиболее распространенным химическим приемам улучшения физических свойств почв относятся известкование кислых почв, гипсование солонцов, внесение искусственных клеящих веществ (полимеров). В результате известкования почва становится более структурной, в ней увеличивается водопроницаемость и уменьшается плотность. При этом химическая мелиорация почв особенно эффективна на фоне органических удобрений.

Гипсованием устраняется щелочная реакция солонцовых почв, улучшаются их физические свойства и структура. Твердость, сопротивление при обработке, липкость и другие физико-механические свойства в результате замещения поглощенного натрия на кальций становятся более благоприятными в агрономическом отношении.

Однако применением известкования и гипсования нельзя полностью решить проблему улучшения физико-механических свойств и структуры почвы.

Биологические приемы направлены на повышение содержания органического вещества (гумуса) в почве. Эти приемы универсальны и долговечны. С увеличением содержания гумуса в почве улучшаются не только физико-механические и химические свойства, но и все почвенные

режимы: пищевой, водный, воздушный. С повышением содержания гумуса в почве уменьшается ее плотность и повышается устойчивость к деформациям различного типа. При содержании гумуса в почве 3,7 % и более равновесная плотность почвы устанавливается на уровне их оптимальной величины для культурных растений. Такие почвы даже после принудительного уплотнения способны к разуплотнению под действием естественных факторов (увлажнение, замораживание, высушивание) и не требуют рыхления с целью регулирования физических свойств. Почвы с содержанием гумуса менее 3,7 % после принудительного уплотнения не восстанавливают исходную плотность. На таких почвах необходима механическая обработка как средство регулирования физико-механических свойств.

Наиболее комплексное влияние на агрофизические свойства почвы оказывают органические удобрения. Они увеличивают содержание в почве гумуса и тем самым положительно влияют как на общие физические, так и на физико-механические свойства, доводя их до оптимальных параметров. Аналогичную роль выполняет и посев многолетних трав. После их уборки благодаря мощной корневой системе и большому количеству растительных остатков в почве остается много органического вещества, из которого в дальнейшем образуется гумус.

К биологическим приемам регулирования физико-механических свойств почвы относят совершенствование севооборотов, включающее увеличение доли многолетних трав в структуре посевных площадей; применение сидеральных культур; увеличение объема вносимых органических удобрений; оптимизацию обработки почвы, направленную на уменьшение интенсивности и глубины рыхлений в разумных пределах с целью снижения темпов минерализации органического вещества почвы и распыления структуры.

Почва представляет собой сложную саморегулирующуюся, по-ликомпонентную, многофазную систему. Выделяют четыре физические фазы: твердую, жидкую, газовую и живую.

Твердая фаза почвы состоит из минеральной и органической частей. Минеральная часть составляет обычно 95—99 %. Твердая фаза — прочная основа, скелет почвы. Минеральная ее часть сформировалась из материнских геологических пород и содержит остаточные минералы (обломки и частицы исходных пород и минералов), вторичные (вновь образованные) минералы.

Органическая часть — это неразложившиеся и полуразложившиеся остатки живых организмов, главным образом растительные продукты их разложения и гумус.

Твердая фаза почвы полидисперсна, она состоит из частиц и агрегатов различной формы и величины: от крупных глыб, обломков породы, комков и песчинок до коллоидных частиц.

Основные характеристики твердой фазы почвы: минералогический, химический, гранулометрический, агрегатный состав, структура, плотность, пористость (скважность), связность.

Жидкая фаза почвы представляет собой почвенный раствор, который формируется из воды, поступающей в почву с атмосферными осадками, из грунтовых вод, при конденсации водяных паров. Объем и химический состав почвенного раствора динамичны и зависят от количества поступающей воды, водно-физических свойств и химического состава почвы.

Газовая фаза почвы представлена почвенным воздухом, который заполняет свободные от воды пустоты (поры) в почве. Источником почвенного воздуха являются воздух атмосферы и образующиеся в почве газы. Состав почвенного воздуха значительно отличается от атмосферного и весьма динамичен. Вода и воздух в почве находятся в динамическом равновесии на основе антагонизма: чем больше воды, тем меньше воздуха, и наоборот.

Живая фаза почвы представлена живыми организмами, населяющими почву и участвующими в почвообразовательных процессах.

Твердая, жидкая, газовая и живая фазы находятся в тесном взаимодействии, составляя единую систему — почву.

В связи с этим, к показателям, характеризующим почву как физическое тело, относятся помимо ее структуры, общие физические и физико-механические, а также водные, воздушные и тепловые свойства.

Общие физические свойства

Основными физическими свойствами почвы являются:

плотность твердой фазы, плотность сложения и пористость.

Плотность твердой фазы почвы — отношение массы ее твердой фазы к массе воды в том же объеме при $t=4^{\circ}\text{C}$.

В лабораторных условиях плотность твердой фазы определяют пикнометрическим методом, при котором объем твердой фазы находят по массе воды, вытесненной навеской сухой почвы. При этом исходят из того, что при температуре 4°C 1 г воды занимает объем, равный 1 см^3 . Именно поэтому в практике почвоведения плотностью твердой фазы называют отношение массы сухой почвы к массе равного объема воды при температуре 4°C .

Данный показатель измеряется в граммах на сантиметр кубический (г/см^3) и зависит от минералогического состава почвы и содержания в ней органического вещества.

Различные типы почв имеют неодинаковую плотность твердой фазы.

В целом плотность твердой фазы — величина довольно стабильная и в минеральных горизонтах большинства почв находится в пределах $2,4\text{—}2,7\text{ г/см}^3$, в торфяных — $1,4\text{—}1,8\text{ г/см}^3$.

Плотность сложения почв. Сложение почвы определяется взаимным расположением ее частиц и комков. Плотностью сложения (или просто плотностью) почвы (d_s) называется масса единицы объема абсолютно сухой почвы в естественном состоянии. При ее определении учитывается не только объем твердой фазы почвы, но и объем пор, поэтому плотность почвы будет всегда меньше плотности твердой фазы ее.

Как и плотность твердой фазы, она выражается в граммах на сантиметр кубический (г/см^3).

У минеральных почв плотность колеблется от $0,9$ до $1,8\text{ г/см}^3$, у торфяно-болотных — от $1,15$ до $0,40\text{ г/см}^3$. Этот показатель довольно динамичен и зависит от минералогического состава почвы, размера; почвенных частиц, содержания органического вещества, структурного состояния и пористости.

Для большинства сельскохозяйственных культур оптимальная величина плотности на суглинистых и глинистых почвах $1\text{—}1,2\text{ г/см}^3$.

Пористость — суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Пористость выражается в процентах от общего объема почвы.

Физико-механические свойства почвы

К физико-механическим свойствам почвы относятся пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость и сопротивление при обработке.

Пластичность — способность почвы изменять свою форму под влиянием какой-либо внешней силы без нарушения сплошности и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Пластичность проявляется только при влажном состоянии почвы.

В соответствии с этим Аттерберг предложил различать следующие константы пластичности почвы:

Курс лекций по почвоведению

- а) верхний предел пластичности, или предел текучести, — весовая влажность почвы при которой стандартный конус под действием собственной массы (76 г) погружается в почвенный образец на глубину 10 см;
- б) нижний предел пластичности, или предел раскатывания, — весовая влажность, при которой образец почвы можно раскатать в шнур диаметром 3 мм без образования в нем разрывов;
- в) число пластичности — разность между числовым выражением верхнего и нижнего пределов пластичности.

Пластичность теснейшим образом связана с гранулометрическим составом почв. Глинистые почвы имеют число пластичности более 17; суглинистые — в пределах 7—17; супеси — меньше 7; пески непластичны (число пластичности стремится к 0).

Липкость — свойство влажной почвы прилипать к другим телам. В результате прилипания почвы к рабочим частям машин и орудий увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество обработки почвы.

Величина липкости определяется силой, требующейся для отрыва металлической пластинки от влажной почвы. Липкость выражается в граммах на 1 см².

На прилипании существенно влияет механический состав почвы. У глинистых почв липкость наиболее значительна, у песка она наименьшая.

Н. А. Качинский (1934) делит почвы по липкости на предельно вязкие (>15 г/см²), сильновязкие (5—15), средние по вязкости (2—5), слабовязкие (<2 г/см²).

Набухание — увеличение объема почвы при увлажнении. Набухание присуще мелкоземистым почвам, содержащим большое количество коллоидов, и объясняется связыванием тонкими частицами почвы молекул воды (увеличением гидратных оболочек).

Величина набухания зависит от количества и качества коллоидов. Наиболее набухаемы глинистые почвы.

Набухание почвы может вызвать неблагоприятные в агрономическом отношении изменения в поверхностном слое почвы. Вследствие набухания частички почвы могут быть настолько разделены пленками воды, что это приведет к разрушению агрегатов.

Усадка — сокращение объема почвы при высыхании. Величина усадки обусловлена теми же факторами, что и набухание. Чем больше набухание, тем сильнее усадка почвы.

При сильной усадке в почве образуются многочисленные трещины, происходит разрыв корней растений, усиливается физическое испарение влаги.

Связность — способность почвы сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить почвенные частицы.

Наибольшей связностью характеризуются глинистые почвы, наименьшей — песчаные. Малоструктурные почвы в сухом состоянии имеют максимальную связность. Выражается она в кг/см².

Твердость — сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела (шара, конуса, цилиндра и т.д.). Твердость определяется специальными приборами — твердомерами. Выражается в килограммах на 1 см². Высокая твердость — признак плохих физико-химических и агрофизических свойств почв.

Твердость почвы зависит от ее увлажнения. По мере уменьшения влажности она резко возрастает.

Заметное влияние на твердость оказывает структурность почвы. Распыленная почва при высыхании оказывает значительно большее механическое сопротивление, чем комковато-зернистая.

Твердость непосредственно связана с составом поглощенных оснований почвы; так, у черноземов, насыщенных кальцием, она в 10—15 раз меньше, чем у солонцов.

Спелость почвы. С физико-механическими свойствами почвы тесно связана ее спелость. Различают физическую и биологическую спелость почвы.

Физической спелостью называется состояние почвы, при котором она оказывает наименьшее сопротивление обрабатывающим орудиям, хорошо крошится и образует максимальное количество мезоагрегатов. Влажность физически спелой почвы колеблется от 60 до 90% от наименьшей влагоемкости. Она зависит от гранулометрического состава. У песчаных и супесчаных почв состояние физической спелости наступает при более высокой влажности, чем у суглинистых и глинистых.

Под биологической спелостью понимают такое состояние почвы, при котором почвенные микроорганизмы начинают активно содействовать освобождению продуктов питания для растений.

Лекция 7. Водно-физические свойства почв и их регулирование. Почвенный раствор и почвенный воздух.

1. Водно-физические свойства почв и их регулирование	99
1.1. Категории почвенной влаги	100
1.2. Водные свойства почвы	102
1.2.1. Водоудерживающая способность почвы	102
1.2.2. Водоподъемная способность	103
1.2.3. Водопроницаемость	104
1.3. Почвенно-гидрологические константы	104
1.4. Водный режим	105
1.5. Типы водного режима и его регулирование	105
2. Почвенный раствор	107
3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах	108
4. Почвенный воздух	109
3.1. Формы почвенного воздуха	110
3.2. Роль макрогазов в почвообразовании и развитии растений	111
3.3. Воздушный режим почв	112
Краткий конспект Лекции 7	113
1. Водно-физические свойства почв и их регулирование	

Роль воды в почве определяется ее особым двойственным положением в природе: с одной стороны, вода — это особая физико-химическая весьма активная система, обеспечивающая многие физические и химические процессы в природе, с другой это мощная транспортная геохимическая система, обеспечивающая перемещение веществ в пространстве.

Вода является одним из важнейших факторов плодородия почвы и урожайности растений, причем в почвенных процессах и в создании агрономически важных свойств почвы она имеет разностороннее значение.

С наличием воды связано большинство явлений передвижения веществ в почве.

Степень увлажнения почвы оказывает большое влияние на формирование почвенной структуры, на физико-механические свойства почвы, на качество ее обработки, на производительность и изнашиваемость сельскохозяйственных машин и орудий.

Все жизненные процессы в растениях нормально протекают только при достаточном насыщении их клеток водой.

Вода наряду с углекислым газом является для растений тем первичным строительным материалом, из которого в процессе фотосинтеза синтезируется органическое вещество. В воде растворяются питательные вещества, которые с почвенным раствором поступают в растения. Вода является и терморегулятором почвы и растений.

В процессе своей жизнедеятельности растения тратят огромное количество воды. Для создания единицы веса сухого вещества растения затрачивают 300—800 частей воды.

При этом расход воды растениями характеризуется коэффициентом транспирации и показателем относительной транспирации.

Коэффициент транспирации — это отношение количества воды, израсходованного растениями за единицу времени, к общему количеству сухого вещества, образованному ими за то же время.

Относительной транспирацией называется отношение фактической транспирации растений при данной водообеспеченности к потенциальной транспирации при свободном доступе воды. Растения на создание 1 т сухого вещества биомассы расходуют от 400 до 600 т воды при ее свободном доступе. У отдельных культур значение данного показателя может превышать 1000 т.

В ряде случаев почва является главным, а во многих случаях и единственным источником воды для произрастающих на ней растений.

В зависимости от температуры вода в почве может находиться в трех состояниях: **твердом, парообразном и жидком.**

Твердая влага представлена льдом. В таком состоянии вода находится при отрицательной температуре. Замерзшая вода неподвижна и недоступна растениям. При температуре выше 0 °С она становится жидкой или парообразной.

Парообразная влага находится в почве в форме водяного пара. Она занимает поры аэрации и перемещается по ним или с током почвенного воздуха, или же диффузионно — от пор с более высокой абсолютной упругостью пара к порам с меньшей упругостью.

Это во многом зависит от температуры почвы. При ее увеличении возрастает давление водяного пара и пар начинает передвигаться к менее прогретым горизонтам. Именно поэтому при большой амплитуде колебания температуры воздуха в дневное и ночное время могут возникать восходящие и нисходящие потоки движения парообразной воды. По мере снижения температуры водяные пары способны конденсироваться на поверхности почвенных частиц и переходить, таким образом, в жидкое состояние.

Вода, которая находится в почве в парообразном или жидком состоянии, подвергается действию **сорбционных, капиллярных, осмотических и гравитационных** сил.

Эти силы могут существенно изменить свойства воды, уменьшить или увеличить ее подвижность, а соответственно и доступность растениям.

Сорбционные силы обусловлены свободной поверхностной энергией, присущей почвенным частицам и воде. Благодаря этой энергии почвенные частицы способны притягивать к себе дипольные молекулы воды.

Такой процесс называется сорбционным (сорбцией), а само явление — гидратацией. Благодаря этому явлению вокруг ионов и коллоидных частиц может образоваться водная оболочка

Капиллярные силы, их еще называют менисковыми, обусловлены поверхностным натяжением воды и явлениями смачивания.

На поверхности воды существует своеобразная пленка, обладающая поверхностным натяжением и определенным количеством свободной энергии.

Благодаря этой свободной энергии вода может смачивать поверхность большинства тел. Явление смачивания вызывает образование вогнутого мениска, т.е. искривление поверхности жидкости у стенок сосуда, в который она заключена.

Образование вогнутого мениска ведет к уменьшению поверхностного давления и соответственно к поднятию воды по капиллярам.

Существует обратная зависимость высоты капиллярного поднятия воды от радиуса капилляра.

$$H \approx \frac{0,15}{r}$$

Менисковые, или капиллярные, силы начинают проявляться в порах диаметром менее 8 мм. Наибольшей капиллярной силой обладают поры размером от 100 до 3 мкм. Гранулометрический состав почв и грунтов влияет на высоту капиллярного поднятия воды.

Благодаря воде, передвигающейся под действием капиллярных сил, в засушливые периоды года может происходить пополнение запасов влаги в пахотном горизонте почвы, а также перемещение водорастворимых солей, коллоидов, тонких суспензий из нижних горизонтов в верхние.

Осмотическое давление. Влага, которая находится в почве, при взаимодействии с ее твердой и газообразной фазами, корнями растений и живыми организмами обогащается различными водорастворимыми соединениями и превращается в почвенный раствор.

Этот раствор вследствие взаимного притяжения растворенного вещества и молекул воды обладает определенным осмотическим давлением.

В почве осмотическое давление возникает при взаимодействии воды и обменных ионов, а также в тех случаях, когда почвенный раствор имеет неодинаковую концентрацию в его различных частях.

Благодаря осмотическим силам вода в почвенной толще способна передвигаться от участков с низкой концентрацией к участкам с большей концентрацией. При этом способность раствора с большей концентрацией притягивать к себе молекулы воды из раствора с меньшей концентрацией иногда называют всасывающим давлением раствора.

Под действием **гравитационных сил** свободная влага, находящаяся в крупных порах, может передвигаться из верхних горизонтов в нижние и уходить за пределы почвенного профиля.

Для оценки совокупного действия сил, под влиянием которых вода находится в почве, введено понятие «потенциал почвенной влаги». Он характеризует энергию, с которой почва удерживает воду.

Если почва полностью насыщена водой и не содержит солей, то потенциал ее влаги равен нулю. С уменьшением влажности значение данного показателя возрастает и почва приобретает способность поглощать чистую воду. Такая способность почвы называется ее сосущей силой.

Величина этой силы у сухих почв может достигать 10 тыс. атм.

Вода в почве подвергается воздействию различных сил и характеризуется различной подвижностью и соответственно неодинаковыми свойствами и доступностью растениям, поэтому ее принято делить на категории и формы.

Выделяют следующие категории почвенной влаги.

Кристаллизационная вода. Эта вода входит в состав кристаллических решеток минералов и характеризуется полной неподвижностью и недоступностью для растений.

Связанная вода. Она удерживается в почве за счет сорбции парообразной и жидкой влаги на поверхности ее твердой фазы.

Подразделяется на две формы: прочносвязанную и рыхлосвязанную.

Прочносвязанная вода удерживается на поверхности почвенных частиц и образует вокруг них тонкую пленку, состоящую из двух-трех слоев молекул воды. Эта влага называется гигроскопической. Являясь чрезвычайно прочно связанной с твердой фазой почвы, она неподвижна, совершенно недоступна растениям, не растворяет растворимые в свободной воде вещества, обладает более высокой плотностью и более низкой, чем свободная влага, температурой замерзания.

Рыхлосвязанная вода образуется при соприкосновении почвенных частиц с водой, находящейся в жидком состоянии. Она представляет собой дополнительную водную пленку, расположенную вокруг прочносвязанной влаги.

Толщина пленки достигает нескольких десятков молекул воды, которые могут передвигаться под действием сорбционных сил от одних почвенных частиц к другим.

Свободная влага. Свободной влагой называется влага, которая находится в жидком состоянии и передвигается в почве под действием капиллярных и гравитационных сил. В зависимости от интенсивности проявления этих сил свободная влага также делится на две формы:

капиллярную и гравитационную.

Капиллярная влага находится в капиллярных порах и передвигается в них за счет капиллярных сил.

Подразделяется на капиллярно-подпертую и капиллярно-подвешенную.

Капиллярно-подпертая влага формируется при увлажнении почвы грунтовыми водами, которые снизу как бы подпирают влагу, находящуюся над ними в капиллярных порах. При этом слой почвы, заполненный капиллярной влагой и расположенный непосредственно над грунтовыми водами, называется капиллярной каймой.

Капиллярно-подвешенная влага создается из атмосферных осадков или при поливе почвы. Существует несколько ее разновидностей, среди которых наибольший интерес представляют **стыковая, внутриагрегатная и сорбционно-замкнутая влага.**

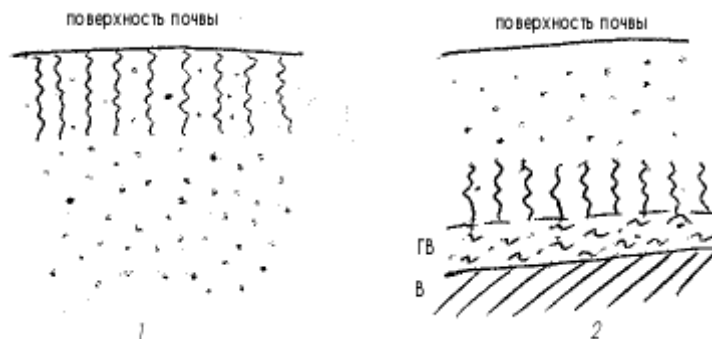
Стыковая капиллярно-подвешенная влага расположена в виде отдельных скоплений вокруг точек соприкосновения почвенных частиц. Она удерживается в почве с помощью капиллярных сил и характерна, как правило, для песчаных почв.

Внутриагрегатная капиллярно-подвешенная влага удерживается капиллярными силами в капиллярных порах, расположенных внутри почвенных комков.

Курс лекций по почвоведению

Сорбционно-замкнутая влага расположена в некапиллярных порах, изолированных перемычками связанной воды. Эта разновидность капиллярно-подвешенной влаги удерживается в почве с помощью сорбционных сил.

Капиллярно-подвешенная влага доступна для растений и сохраняется в почве длительное время. Ее количество во многом зависит от гранулометрического состава почвы. Чем тяжелее почва, тем больше капиллярно-подвешенной влаги может накапливаться в ней.



**Подвешенная (1) и подпертая (2) капиллярная влага.
ГВ – грунтовые воды; В – водоупор**

Гравитационная влага. Это вода, которая находится в крупных порах. По этим порам она может передвигаться вниз под действием силы тяжести; доступна для растений и подразделяется на просачивающуюся воду и воду водоносных горизонтов.

Просачивающаяся влага — это влага, которая передвигается сверху вниз под действием силы тяжести.

Влага водоносных горизонтов располагается над водоупорным слоем и удерживается в пределах почвенного профиля за счет его непроницаемости. Наличие в почвенной толще избыточного количества свободной гравитационной влаги — нежелательное явление, так как способствует развитию заболачивания.

1.2. Водные свойства почвы

Водными (водно-физическими, гидрофизическими) свойствами называют совокупность свойств почвы, которые определяют поведение почвенной воды в ее толще. Наиболее важными водными свойствами являются:

- водоудерживающая способность почвы,
- водоподъемная способность,
- водопроницаемость.**

1.2.1. Водоудерживающая способность почвы

Водоудерживающая способность — способность почвы удерживать содержащуюся в ней воду от стекания под влиянием силы тяжести.

Количественной характеристикой водоудерживающей способности почвы является ее влагоемкость.

Влагоемкость почвы — способность поглощать и удерживать наибольшее количество воды. Выражается в процентах от массы сухой почвы.

Выделяют следующие виды влагоемкости:

- максимальную адсорбционную,**
- максимальную молекулярную,**
- капиллярную,**
- наименьшую (полевую)**

и полную.

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) — наибольшее количество воды, которое может быть удержано сорбционными силами на поверхности почвенных частиц. Соответствует прочносвязанной (адсорбированной) воде, содержащейся в почве.

Максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ) — характеризует верхний предел содержания в почвах рыхлосвязанной (пленочной) воды, т. е. воды, удерживаемой силами молекулярного притяжения на поверхности почвенных частиц.

ММВ определяется в основном гранулометрическим составом почв. В глинистых почвах она может достигать 25—30%, в песчаных — не превышает 5—7%.

Капиллярная влагоемкость (КВ) — наибольшее количество капиллярно-подпертой воды, которое может удерживаться в слое почвы, находящемся в пределах капиллярной каймы.

Определяется она в основном скважностью почв и грунтов. Кроме того, она зависит и от того, на каком расстоянии слой насыщенной влаги находится от зеркала грунтовых вод. Чем больше это расстояние, тем меньше КВ. При близком залегании грунтовых вод (1,5—2,0 м), когда капиллярная кайма смачивает толщу до поверхности, капиллярная влагоемкость наибольшая (для 1,5 м слоя среднесуглинистых почв 30—40%). КВ не постоянна, так как находится в зависимости от уровня грунтовых вод.

Наименьшая влагоемкость (НВ) — наибольшее количество капиллярно-подвешенной влаги, которое может удержать почва после стекания избытка влаги при глубоком залегании грунтовых вод.

Термину наименьшая влагоемкость соответствуют термины полевая влагоемкость (*ПВ*), общая влагоемкость (*ОВ*) и предельная полевая влагоемкость (*ППВ*).

Наименьшая влагоемкость зависит главным образом от гранулометрического состава почв, от их оструктуренности и плотности (сложения). В почвах тяжелых по гранулометрическому составу, хорошо оструктуренных НВ почвы составляет 30—35. в почвах песчаных она не превышает 10—15%.

Наименьшая влагоемкость почв является очень важной гидрологической характеристикой почвы. С ней связано понятие о дефиците влаги в почве, по НВ рассчитываются поливные нормы.

Дефицит влаги в почве представляет собой величину, равную разности между наименьшей влагоемкостью и фактической влажностью почвы.

Оптимальной влажностью считается влажность почвы, составляющая 70—100% наименьшей влагоемкости.

Полная влагоемкость (ПВ) — наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве при условии заполнения ею всех пор, за исключением пор с заземленным воздухом, которые составляют, как правило, не более 5—8% от общей порозности.

Полная влагоемкость колеблется в пределах 40—50%, в отдельных случаях она может возрасти до 80 или опуститься до 30%.

1.2.2. Водоподъемная способность

Водоподъемная способность — *свойство почвы вызывать капиллярный подъем влаги*. Стенки почвенных капилляров хорошо смачиваются водой, поэтому в них создаются вогнутые мениски, на поверхности которых развивается поверхностное натяжение. Величина его зависит от радиуса капилляров.

Водоподъемная способность определяется агрегатностью, механическим составом и сложением почвы, обуславливающими ее пористость. Чем тоньше поры почв, тем выше поднимается в них вода.

Максимальная высота капиллярного подъема для песчаных почв 0,5—0,7 м, для суглинистых 3—6 м.

Благодаря капиллярным явлениям и водоподъемной способности почв грунтовые воды оказывают большое влияние на почвообразование и развитие агрономических свойств почв.

Грунтовые воды могут ухудшать плодородие почв. В случае переувлажнения (в результате капиллярного подтока влаги) в почвах развиваются восстановительные процессы, приводящие к частичному или сплошному оглеению их горизонтов. Повышенная минерализация грунтовых вод может вызвать при их капиллярном подъеме засоление почв.

1.2.3. Водопроницаемость

Водопроницаемость - способность почвы воспринимать и пропускать через себя воду.

В процессе водопроницаемости различают впитывание влаги и ее фильтрацию (просачивание).

Впитывание — это поступление воды в почву, не насыщенную влагой; фильтрация же начинается с момента, когда большая часть пор почвы данного слоя заполнена водой.

Водопроницаемость измеряется количеством влаги, поступившей в почву с ее поверхности. В первый период она обычно очень велика, а затем постепенно уменьшается и к моменту полного насыщения, т. е. к началу фильтрации, становится почти постоянной.

Свойство водопроницаемости может играть как положительную, так и отрицательную роль. При недостаточной водопроницаемости влага застаивается на поверхности почвы или стекает по уклону местности.

В первом случае создаются условия для вымочек посевов, во втором — происходит смыв и размыв почвы, т. е. ее эрозия.

При очень высокой водопроницаемости влага выпадающих осадков быстро опускается за пределы корневой системы растений и становится для них бесполезной. Особенно отрицательно сказывается высокая водопроницаемость почвы в районах орошаемого земледелия, где она приводит к большой потере воды из водоемов и каналов, вызывает повышение уровня грунтовых вод, что приводит к засолению и заболачиванию почв.

Водопроницаемость зависит от механического состава, структуры, сложения и минералогического и катионного состава почв. Лучше всего она выражена на почвах легкого механического состава, хуже — в суглинистых и глинистых, особенно если последние бесструктурны.

Суглинистые и глинистые почвы, имеющие водопрочную структуру, обладают высокой водопроницаемостью.

Сильно снижают водопроницаемость так называемая плужная подошва, солонцеватые и солонцовые горизонты. Весной при таянии снега и в период оттепелей снижает водопроницаемость наличие мерзлоты или мерзлых прослоек в почве, в результате чего значительная часть талых вод, не впитываясь, стекает по поверхности почвы.

1.3. Почвенно-гидрологические константы

Граничные значения влажности, характеризующие пределы появления различных категорий и форм почвенной влаги, называют почвенно-гидрологическими константами.

Они представляют собой точки на шкале влажности почвы, при которых количественные изменения в подвижности воды переходят в качественные отличия, называют почвенно-гидрологическими константами.

В агрономической практике величинами почвенно-гидрологических констант характеризуются пределы доступности влаги для растений. Выражают в процентах от массы или объема почвы.

Основными почвенно-гидрологическими константами являются:

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ),

максимальная гигроскопичность (МГ),
влажность завядания (ВЗ),
влажность разрыва капилляров (ВРК),
наименьшая влагоемкость (НВ),
полная влагоемкость (ПВ).

Максимальная гигроскопичность (МГ) — характеризует предельно возможное количество парообразной воды, которое почва может поглотить из воздуха, почти насыщенного водяным паром. Это «мертвый запас влаги».

Влажность устойчивого завядания, или влажность завядания (ВЗ), — влажность, при которой растения проявляют признаки устойчивого завядания, т. е. такого завядания, когда его признаки не исчезают даже после помещения растения в благоприятные условия. Численно ВЗ равна примерно 1,5 максимальной гигроскопичности. Эту величину называют также коэффициентом завядания.

Содержание воды в почве, соответствующее влажности завядания, является нижним пределом доступной для растений влаги

Так, в глинах ВЗ составляет 20—30%, в суглинках— 10—12, в песках—1—3, у торфов — до 60—80%.

Влажность разрыва капилляров (ВРК) Влажность разрыва капилляров — это влажность, при которой подвижность капиллярной воды в процессе снижения влажности резко уменьшается. Вода, однако, остается в мельчайших порах, в углах стыка частиц (мениски стыковой влаги). Эта влага неподвижна, но физиологически доступна корешкам растений.

1.4. Водный режим

Водным режимом почвы называется совокупность происходящих в ней процессов поступления, передвижения, физического превращения, удержания и расхода воды. Количественно его выражают с помощью расчетов баланса воды.

Баланс воды в почве — это соотношение между количеством влаги, которое поступает в почву за определенный период времени, и количеством воды, которое расходуется из нее за то же время.

1.5. Типы водного режима и его регулирование

Основным показателем, характеризующим водный режим почв различных климатических зон, является *коэффициент увлажнения (КУ)* — отношение количества осадков, выпадающих на поверхность почвы в течение одного года, к количеству воды, испаряющейся из нее за тот же период.

Коэффициент увлажнения почв разных почвенно-климатических зон находится в пределах 0,1—3. Чем он выше, тем большими запасами влаги обладает почва. В зависимости от коэффициента увлажнения различают

мерзлотный, водозастойный, периодически водозастойный, промывной, периодически промывной, непромывной, аридный, выпотной и ирригационный и другие типы водного режима почв, которые в свою очередь могут делиться на подтипы.

Мерзлотный тип. Характерен для районов, в которых распространена многолетняя мерзлота. В таких условиях оттаивает только верхняя часть почвы, под которой находится замерзший слой почвогрунта.

Этот слой не пропускает через себя воду, и поэтому оттаявшая часть почвы практически весь вегетационный период насыщена водой.

Водозастойный тип. Присущ для болотных почв атмосферного или некоторых болотных почв грунтового увлажнения. При таком типе водного режима влажность почвы в течение всего

года находится в пределах полной влагоемкости и лишь в некоторые отдельные годы опускается до наименьшей влагоемкости.

Периодически водозастойный тип. Наблюдается в болотных почвах грунтового увлажнения, для которых свойственны сезонные колебания уровня грунтовых вод, при этом влажность почвы изменяется от полной до наименьшей влагоемкости. В отдельные годы влажность верхнего горизонта может опускаться ниже наименьшей влагоемкости.

Промывной тип. Распространен на территориях, где сумма годовых остатков значительно превышает количество воды, испаряющейся из почвы ($KУ > 1$). Именно в почвах этих территорий нисходящие потоки воды преобладают над восходящими. Каждую весну и осень вся толща таких почв промачивается до грунтовых вод. В условиях Беларуси это приводит к развитию подзолообразовательного процесса и выщелачиванию многих продуктов почвообразования.

При $KУ > 1$ и близком залегании грунтовых вод или плохой водопроницаемости почвенно-грунтовой толщи формируется болотный подтип водного режима. Он характерен, например, для болотных и подзолисто-болотных почв.

Периодически промывной тип. При периодически промывном водном режиме $KУ$ находится в пределах 0,8—1,2. Он, как правило, характеризуется ограниченным промачиванием почвенно-грунтовой толщи.

Сквозное промачивание почвы избыточным количеством осадков наблюдается 1—2 раза в течение нескольких лет. Такой тип водного режима присущ влажным тропическим саваннам.

Непромывной тип. Характерен для районов, в которых осадки распределяются только в верхних горизонтах почв и не достигают грунтовых вод.

Связь между влагой, поступившей в почву из атмосферы, и грунтовыми водами осуществляется в почве через слой, влажность которого близка к влажности устойчивого завядания растений ($KУ < 1$). Примером таких почв служат черноземы степной зоны, бурые полупустынные и серо-бурые пустынные почвы.

Аридный тип. Встречается в полупустынях и пустынях. В течение года влажность всего почвенного профиля близка к влажности завядания.

Выпотной тип. Характеризуется коэффициентом увлажнения, значительно меньшим единицы. Он проявляется в засушливых районах при близком стоянии грунтовых вод.

При выпотном типе водного режима вода грунтовых вод поступает по капиллярам к поверхности почвы и испаряется. Возникает ее восходящий ток.

Если при этом грунтовые воды отличаются высокой степенью минерализации, то после их испарения в верхнем горизонте почвы могут накапливаться растворимые в воде соли.

Десуктивно-выпотной тип. В отличие от выпотного типа водного режима, капиллярная кайма грунтовых вод не выходит на поверхность и испаряется не физически, а через отсос влаги корнями растений. Присутствующие в грунтовых водах соли накапливаются не на поверхности почвы, а на некоторой глубине в почвенном профиле.

Такой тип водного режима характерен для лугово-черноземных, лугово-каштановых и некоторых других полугидроморфных почв.

Паводковый тип. Свойствен почвам, периодически затапливаемым речными, склоновыми, дождевыми или иными водами.

Амфибиальный тип. Формируется в постоянно затопленных участках дельт рек, морских и озерных мелководий или в периодически затопляемых приливными водами манграх. Несмотря на то что поверхностные воды на некоторое время могут стекать, почвы в таких условиях находятся в постоянном переувлажнении.

Ирригационный тип. Создается человеком при поливе почв. Отличается частой сменой нисходящих и восходящих токов воды. Оптимизация водного режима почв достигается за счет искусственного изменения приходных и расходных статей баланса воды. При этом учитывается как потребность сельскохозяйственных растений в воде, так и особенности почвенных и климатических условий зоны.

Осушительный тип. Характерен для искусственно осушенных болотных и заболоченных почв. В условиях Беларуси улучшение водного режима территорий, с одной стороны, направлено на их осушение, а с другой — на дополнительное обеспечение влагой.

Регулирование водного режима почв

Регулирование водного режима почв осуществляется комплексом приемов, направленных на устранение неблагоприятных условий водоснабжения растений. Искусственно изменяя приходные и особенно расходные статьи водного баланса, можно существенно влиять на общие и полезные запасы воды в почвах и этим способствовать получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Регулирование водного режима основывается на учете климатических и почвенных условий, а также потребностей выращиваемых культур в воде.

Для создания оптимальных условий роста и развития культурных растений необходимо стремиться к уравниванию количества влаги, поступающей в почву, с ее расходом на транспирацию и физическое испарение, т. е. созданию коэффициента увлажнения, близкого к единице. Это достигается осушением избыточно влажных почв и орошением почв засушливых областей.

Регулируя плотность пахотного слоя, можно либо сохранить влагу в почве, либо увеличить расход ее путем физического испарения.

В конкретных почвенно-климатических условиях разрабатываются способы регулирования водного режима почв. Почвы болотного типа, а также участки почв с близким залеганием грунтовых вод нуждаются в осушительных мелиорациях — устройстве закрытого дренажа или использовании открытых дрен для отвода избыточной влаги.

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

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

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

В зоне неустойчивого увлажнения регулирование водного режима направлено на максимальное накопление влаги в почве и на рациональное ее использование. Одним из наиболее распространенных способов влагонакопления является задержание снега и талых вод.

Для уменьшения поверхностного стока воды применяются зяблевая вспашка поперек склонов, обвалование, ячеистая обработка почвы и другие приемы.

Исключительная роль в накоплении почвенной влаги принадлежит полезащитным лесным полосам.

2. Почвенный раствор

Почвенный раствор — жидкая фаза почвы — служит непосредственным источником питательных веществ для растений, и поэтому их рост и развитие непосредственно зависят от его состава и концентрации.

Он имеет большое значение в перемещении продуктов почвообразования по профилю, участвует в динамике разнообразных почвенных процессов.

Методы выделения почвенного раствора затруднительны и несовершенны. В сравнительно неизменном виде его можно выделить:

- 1) давлением сжатого газа;
- 2) прессом;
- 3) замещением различными жидкостями (этиловым спиртом);

4) центробежной силой.

Практически применяются второй и третий методы. Центрифугирование возможно лишь для почв с влажностью, близкой к полной влагоемкости. Это *первая группа* методов.

Вторая группа методов включает лизиметрические методы, когда собирают просачивающуюся через почву атмосферную влагу в специальном приемнике. Для этого применяют различные лизиметры.

Третья группа включает методы выделения почвенного раствора водой. На основе водной вытяжки из почвы можно получить лишь относительное представление о содержании в ней водорастворимых веществ. Чаще применяют водные вытяжки при соотношении почва : вода = 1 : 5. Они широко используются для определения легкодоступных для растений питательных элементов и легкорастворимых токсичных солей.

Почвенные растворы — подвижная система, состав которой меняется по сезонам года, что связано с сезонными изменениями тепла и влаги, поступлением органических остатков и процессов их трансформации.

Состав почвенного раствора, его реакция и концентрация определяются всей совокупностью происходящих в почве процессов и характера поступления воды в те или иные горизонты почв, поэтому состав и концентрация почвенного раствора отличаются непостоянством, динамичностью и разнообразием.

В него входят органические, минеральные и органоминеральные соединения как в состоянии истинных, так и коллоидных растворов.

Концентрация почвенного раствора невелика: около 0,1— 0,3 г/л и редко достигает 1 г/л.

3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах

В почве широко развиты окислительно-восстановительные процессы, и в этом отношении ее можно рассматривать как сложную окислительно-восстановительную систему. Как известно, процессами окисления называются:

- 1) присоединение кислорода:
- 2) отдача водорода:
- 3) отдача электронов без участия водорода и кислорода:

Обратные процессы объединяются в понятие «восстановление». В общей схеме обычно окисление принято рассматривать как отдачу электронов, а восстановление — как их присоединение:

Окислительные процессы широко развиты при явлениях превращения органического вещества в почве. Так, в почве возможно окисление смол и соединений непредельного ряда; окисление дубильных веществ, сахаров, аминокислот, белков и других соединений, входящих в состав растительных остатков. Гумификация представляет собой в целом процесс окислительный.

Главными условиями, определяющими интенсивность и направленность окислительно-восстановительных процессов, являются состояние увлажнения и аэрации почв, а также содержание в них органического вещества и температура, при которой протекают биохимические реакции.

Ухудшение аэрации в результате повышения влажности почвы, ее уплотнения, образования корки и других причин ведет к снижению окислительно-восстановительного потенциала. Наиболее резко он падает в почвах при влажности, близкой к полной влагоемкости, когда нарушается нормальный газообмен почвенного воздуха с атмосферным.

Для количественной характеристики окислительно-восстановительного состояния почвы пользуются определением величины окислительно-восстановительного потенциала, который от-

ражает суммарный эффект разнообразных окислительно-восстановительных систем почвы в данный момент.

При количественной характеристике окислительно-восстановительного состояния почвы через Eh величину ОВ потенциала выражают в милливольтгах.

Различные почвы характеризуются своими особенностями в развитии окислительно-восстановительных процессов.

Сезонная изменчивость водно-воздушного, температурного и микробиологического режимов определяет динамику окислительно-восстановительных процессов в почвах, т. е. их окислительно-восстановительный режим.

Под окислительно-восстановительным режимом почв следует понимать соотношение окислительно-восстановительных процессов в почвенном профиле в годичном цикле почвообразования.

Различают следующие типы - окислительно-восстановительного режима почв:

1) почвы с абсолютным господством окислительной обстановки — автоморфные почвы степей, полупустынь и пустынь (черноземы, каштановые серо-коричневые, бурые полупустынные, сероземы, серо-бурые и др.).

2) почвы с господством окислительных условий при возможном проявлении восстановительных процессов в отдельные влажные годы или сезоны (автоморфные почвы таежно-лесной зоны, влажных субтропиков, лиственно-лесной и буроземно-лесной зон);

3) почвы с контрастным окислительно-восстановительным режимом (полугидроморфные почвы различных зон).

Наиболее контрастной динамикой окислительно-восстановительных процессов характеризуются почвы с явлениями временного избыточного увлажнения.

Такие почвы широко распространены среди подзолистых, дерново-подзолистых, бурых лесных, солодей, солонцов и других типов почв;

4) почвы с устойчивым восстановительным режимом (болотные и гидроморфные солончаки).

Окислительно-восстановительные процессы оказывают большое влияние на почвообразовательный процесс и плодородие почв.

С этими процессами тесно связаны превращение растительных остатков, темпы накопления и состав образующихся органических веществ, а следовательно, и формирование профиля почв.

Избыточное увлажнение и низкие значения ОВ потенциала замедляют разложение растительных остатков, способствуют образованию наиболее подвижных и активных форм органических веществ, переходу гуминовых кислот в фульвокислоты. С развитием окислительно-восстановительных процессов связано также превращение соединений азота, серы, фосфора, железа, марганца в почвах.

Знание величины ОВ потенциала почв позволяет судить об общей направленности окислительно-восстановительных процессов и определять необходимость применения мероприятий по регулированию окислительно-восстановительного режима почвы.

4. Почвенный воздух

Являясь антагонистом воды, воздух всегда занимает поры, свободные от почвенного раствора. Поэтому его количество в почве зависит как от размера пор, так и от влажности почвы.

С увеличением влажности вода начинает вытеснять почвенный воздух и содержание воздуха в почве уменьшается. В сухих почвах содержание воздуха максимально и в зависимости от пористости может колебаться в пределах 25—90% от объема почвы.

В почву поступает воздух из атмосферы, однако по своему газовому составу значительно отличается от нее. Это отличие в первую очередь объясняется тем, что корни растений, обитающие в почве животные и аэробные микроорганизмы дышат. Они используют кислород почвенного воздуха и выделяют углекислый газ.

Для того чтобы это дыхание было непрерывным, количество кислорода в почвенном воздухе должно постоянно пополняться из приземных слоев атмосферы.

Это происходит в результате обмена почвенного воздуха на атмосферный. Такой процесс называется *газообменом* или *аэрацией почвы*.

Воздух — это очень важная составная часть почвы. Без него, и в первую очередь без кислорода, угнетаются растения, замедляется рост корней, ухудшается потребление растениями воды и растворенных в ней питательных веществ.

В почве начинают протекать восстановительные процессы, резко снижается ее плодородие, поэтому вопросам аэрации почвы должно уделяться большое внимание. При этом необходимо четко представлять формы, в которых воздух может находиться в почве, знать особенности его газового состава, свойства и пути регулирования воздушного режима.

3.1. Формы почвенного воздуха

Воздух может находиться в почве в четырех состояниях — свободном, свободном защемленном, адсорбированном и растворенном.

Свободный почвенный воздух. Это воздух, который свободно перемещается по почвенным порам и обменивается с атмосферой. Именно за счет него происходит аэрация почвы.

Свободный защемленный почвенный воздух. При увлажнении почвы часть свободного воздуха может быть изолирована с помощью водяных пробок. Такой воздух называется защемленным.

Его объем зависит от гранулометрического состава почвы и может быть найден по разности между общей пористостью почвы и объемом пор, занятых водой.

В среднем объем защемленного воздуха колеблется от 5 до 8%, достигая своего максимума (12%) в глинистых почвах с плотной упаковкой. Вследствие изолированности эта форма воздуха почти не участвует в аэрации почвы.

Адсорбированный почвенный воздух. Эта форма воздуха представлена газами, адсорбированными на поверхности почвенных частиц. Его количество зависит от гранулометрического состава почвы и содержания в ней органического вещества. Чем меньше размер почвенных частиц и в почве больше гумуса, тем больше адсорбированного воздуха может находиться в ней.

Растворенный почвенный воздух. Это газы, которые растворены в почвенной влаге. Они почти не участвуют в газообмене с атмосферой, так как их диффузия в водной среде происходит очень медленно.

Тем не менее растворенный почвенный воздух играет важную роль как в обеспечении многих физико-химических процессов, происходящих в самой почве, так и в обеспечении физиологических потребностей растений, микроорганизмов и почвенных животных.

Газовый состав свободного почвенного воздуха

В отличие от атмосферы, газовый состав свободного почвенного воздуха не постоянен. Он непрерывно изменяется в связи непрекращающимся взаимодействием между твердой, жидкой, газообразной и живой фазами почвы.

В свободном почвенном воздухе концентрация кислорода иногда снижается более чем в 2 раза, а количество углекислого газа может быть выше в десятки и даже сотни раз по сравнению с атмосферным.

При хорошем газообмене почвенного воздуха с атмосферой даже у почв с высокой биологической активностью чрезмерно высокого накопления диоксида углерода не происходит. Вместе с тем в пере увлажненных почвах тяжелого гранулометрического состава, характеризую-

щихся плохой аэрацией, содержание CO_2 может превышать 6% и более, а количество O_2 опускаться до 15% и ниже. Еще большее содержание CO_2 и меньшее содержание O_2 наблюдается в свободном почвенном воздухе заболоченных почв.

Азот, кислород и диоксид углерода, содержащиеся в свободном почвенном воздухе, называются макрогазами.

К **микрогазам** относятся закись и оксид азота, оксид углерода, предельные и непредельные углеводороды, водород, сероводород, аммиак.

Дыхание почвы

Выделение из почвы в приземный слой атмосферы углекислого газа называется дыханием почвы. Оно характеризуется скоростью выделения CO_2 за единицу времени с единицы поверхности.

Дыхание почвы зависит как от ее аэрации, так и от интенсивности потребления O_2 и продуцирования CO_2 .

Как уже отмечалось, кислород в почве потребляют корни растений, аэробные микроорганизмы и обитающие в ней животные. Небольшая часть его расходуется на химические реакции.

Коэффициент дыхания - отношение выделившегося CO_2 к поглощенному O_2 . У хорошо аэрируемых почв он приближается к единице, а у почв с плохим газообменом — значительно выше ее.

3.2. Роль макрогазов в почвообразовании и развитии растений

Азот. Являясь в составе свободного почвенного воздуха преобладающим газом, азот считается одним из наиболее важных элементов, необходимых растениям. Он входит в состав белков, нуклеиновых кислот, ферментов, содержится в хлорофилле, алкалоидах и многих других органических веществах растений, микроорганизмов, почвенной фауны.

В основном азот накапливается и сохраняется в почве в составе органического вещества. Однако часть его в результате процессов минерализации и денитрификации переходит в газообразную форму и в виде молекулярного азота (N_2) и сопутствующих ему микрогазов (NO_2 , N_2O) теряется из почвы.

Кислород. Поступает в состав почвенного воздуха из атмосферы в результате диффузии. Часть кислорода может попасть в почву с водой или по растительным тканям. Он участвует в дыхании растений, микроорганизмов и почвенной фауны, без него жизнедеятельность многих почвенных организмов прекращается. При содержании в почве менее 2,5—5% кислорода начинают преобладать анаэробные процессы, которые сопровождаются образованием большого количества токсичных соединений, угнетающих развитие растений и почвенной биоты. В целом концентрация O_2 в воздушной фазе почв в зависимости от сезонов года может колебаться в пределах от нескольких десятых долей до 21%.

Углекислый газ. Основной источник накопления CO_2 в почве — дыхание растений и животных. Часть CO_2 может поступать в почву вместе с грунтовыми водами. В атмосфере CO_2 содержится значительно меньше, чем в воздушной фазе почвы.

Аэрация и воздушные свойства почв

Аэрация, т.е. обмен газами между почвенным воздухом и атмосферой, осуществляется через свободные от воды почвенные поры. Основой аэрации является диффузия, под которой понимают перемещение газов в почвенном воздухе или в атмосфере от участков с высоким парциальным давлением к участкам с более низким давлением. При хорошем контакте почвенного и атмосферного воздуха диффузия газов происходит непрерывно, что объясняется различным газовым составом воздушной фазы почвы и атмосферы. Однако диффузия газов внутри почвы протекает медленнее, чем в атмосферном воздухе.

Нормальный газообмен между почвенным воздухом и атмосферой осуществляется, если объем пор аэрации не ниже 20%. Интенсивность аэрации во многом определяется воздушными

свойствами почвы, среди которых наиболее важными являются воздухопроницаемость и воздухоемкость.

Воздухопроницаемость. Это способность почвы пропускать через себя воздух. Воздух проходит через почву по порам, свободным от воды. Воздухопроницаемость зависит от гранулометрического состава почвы, ее структурного состояния и сложения, а в конечном итоге от размера пор аэрации.

Воздухоемкость. Под воздухоемкостью понимают количество воздуха, которое почва может удерживать в своих порах. Как и пористость, воздухоемкость выражается в процентах от объема почвы. Она зависит от размера почвенных пор. Максимальное значение воздухоемкости характерно для сухих почв; по мере увлажнения почвы объем почвенного воздуха уменьшается.

3.3. Воздушный режим почв

Воздушный режим почвы — совокупность происходящих в ней процессов поступления, передвижения, изменения газового состава и физического состояния почвенного воздуха при его взаимодействии с атмосферой, твердой, жидкой и живой фазами почвы. Воздушный режим почв постоянно изменяется. В его изменениях прослеживаются суточная и годовая динамики.

Суточная динамика обусловлена в основном изменениями атмосферного давления, температуры, освещенности и фотосинтеза, которые происходят в течение суток. Она охватывает лишь верхний (50 см) слой почвы. Благодаря ей состав почвенного воздуха может обновиться на 10—15%.

Годовая (сезонная) динамика воздушного режима определяется изменениями атмосферного давления, температуры, количества осадков, интенсивности жизнедеятельности растений, почвенных животных и микроорганизмов в течение года. Она соответствует биологическим ритмам и характеризуется увеличением концентрации CO_2 и уменьшением содержания O_2 во время интенсивного развития растений. По мере снижения биологической активности CO_2 покидает почву, а содержание в ней O_2 возрастает.

С точки зрения агрономии наиболее благоприятный воздушный режим наблюдается в рыхлых аморфных почвах с хорошей структурой. В верхних горизонтах этих почв содержание почвенного воздуха во время всей вегетации растений находится на уровне 20—25% от объема почвы. К сожалению, многие почвы такими условиями не обладают. Например, в тяжелых бесструктурных почвах, отличающихся большим количеством капиллярных пор и очень малым количеством крупных некапиллярных пор, даже при оптимальной влажности растения могут страдать от недостатка O_2 и избытка CO_2 .

Воздушный режим можно улучшить лишь с помощью агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Агротехнические мероприятия должны быть направлены на улучшение сложения почвы, увеличение общего объема ее пор и пор аэрации. Эффективность газообмена между атмосферой и почвенным воздухом можно оценивать также по содержанию в почве углекислого газа и кислорода.

Считается, что концентрация диоксида углерода более 2—3%, а кислорода менее 19—18% для многих растений неблагоприятна.

Известкование кислых и гипсование щелочных почв, внесение органических и минеральных удобрений, углубление пахотного горизонта, рыхление плужной подошвы, уничтожение почвенной корки, междурядные обработки пропашных культур, посев многолетних трав — вот те агротехнические мероприятия, которые способствуют не только окультуриванию почв, но и оптимизируют их воздушный режим.

Водно-физические свойства почв и их регулирование

Вода является одним из важнейших факторов плодородия почвы и урожайности растений, причем в почвенных процессах и в создании агрономически важных свойств почвы она имеет разностороннее значение.

В ряде случаев почва является главным, а во многих случаях и единственным источником воды для произрастающих на ней растений.

Категории почвенной влаги

В зависимости от температуры вода в почве может находиться в трех состояниях: **твердом, парообразном и жидком.**

Выделяют следующие категории почвенной влаги.

Кристаллизационная вода. Эта вода входит в состав кристаллических решеток минералов и характеризуется полной неподвижностью и недоступностью для растений.

Связанная вода. Она удерживается в почве за счет сорбции парообразной и жидкой влаги на поверхности ее твердой фазы.

Подразделяется на две формы: прочносвязанную и рыхлосвязанную.

Прочносвязанная вода удерживается на поверхности почвенных частиц и образует вокруг них тонкую пленку, состоящую из двух-трех слоев молекул воды. Эта влага называется гигроскопической. Являясь чрезвычайно прочно связанной с твердой фазой почвы, она неподвижна, совершенно недоступна растениям, не растворяет растворимые в свободной воде вещества, обладает более высокой плотностью и более низкой, чем свободная влага, температурой замерзания.

Рыхлосвязанная вода образуется при соприкосновении почвенных частиц с водой, находящейся в жидком состоянии. Она представляет собой дополнительную водную пленку, расположенную вокруг прочносвязанной влаги.

Толщина пленки достигает нескольких десятков молекул воды, которые могут передвигаться под действием сорбционных сил от одних почвенных частиц к другим.

Свободная влага. Свободной влагой называется влага, которая находится в жидком состоянии и передвигается в почве под действием капиллярных и гравитационных сил. В зависимости от интенсивности проявления этих сил свободная влага также делится на две формы:

капиллярную и гравитационную.

Капиллярная влага находится в капиллярных порах и передвигается в них за счет капиллярных сил.

Подразделяется на капиллярно-подпертую и капиллярно-подвешенную.

Капиллярно-подпертая влага формируется при увлажнении почвы грунтовыми водами, которые снизу как бы подпирают влагу, находящуюся над ними в капиллярных порах. При этом слой почвы, заполненный капиллярной влагой и расположенный непосредственно над грунтовыми водами, называется капиллярной каймой.

Капиллярно-подвешенная влага создается из атмосферных осадков или при поливе почвы.

Гравитационная влага. Это вода, которая находится в крупных порах. По этим порам она может передвигаться вниз под действием силы тяжести; доступна для растений и подразделяется

на просачивающуюся воду и

воду водоносных горизонтов.

Просачивающаяся влага — это влага, которая передвигается сверху вниз под действием силы тяжести.

Водные свойства почвы

Водными (водно-физическими, гидрофизическими) свойствами называют совокупность свойств почвы, которые определяют поведение почвенной воды в ее толще. Наиболее важными водными свойствами являются:

водоудерживающая способность почвы,

водоподъемная способность,

водопроницаемость.

Водоудерживающая способность почвы

Водоудерживающая способность — способность почвы удерживать содержащуюся в ней воду от стекания под влиянием силы тяжести.

Количественной характеристикой водоудерживающей способности почвы является ее влагоемкость.

Влагоемкость почвы — способность поглощать и удерживать наибольшее количество воды. Выражается в процентах от массы сухой почвы.

Выделяют следующие виды влагоемкости:

максимальную адсорбционную,

максимальную молекулярную,

капиллярную,

наименьшую (полевою)

и полную.

Водоподъемная способность

Водоподъемная способность — *свойство почвы вызывать капиллярный подъем влаги*. Стенки почвенных капилляров хорошо смачиваются водой, поэтому в них создаются вогнутые мениски, на поверхности которых развивается поверхностное натяжение. Величина его зависит от радиуса капилляров.

Водопроницаемость

Водопроницаемость - способность почвы воспринимать и пропускать через себя воду.

В процессе водопроницаемости различают впитывание влаги и ее фильтрацию (просачивание).

Впитывание — это поступление воды в почву, не насыщенную влагой;

фильтрация же начинается с момента, когда большая часть пор почвы данного слоя заполнена водой.

Водопроницаемость измеряется количеством влаги, поступившей в почву с ее поверхности. В первый период она обычно очень велика, а затем постепенно уменьшается и к моменту полного насыщения, т. е. к началу фильтрации, становится почти постоянной.

Почвенно-гидрологические константы

Граничные значения влажности, характеризующие пределы появления различных категорий и форм почвенной влаги, называют почвенно-гидрологическими константами.

Они представляют собой точки на шкале влажности почвы, при которых количественные изменения **в подвижности воды** переходят в качественные отличия, называют почвенно-гидрологическими константами.

В агрономической практике величинами почвенно-гидрологических констант характеризуются пределы доступности влаги для растений. Выражают в процентах от массы или объема почвы.

Основными почвенно-гидрологическими константами являются:

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ),
максимальная гигроскопичность (МГ),
влажность завядания (ВЗ),
влажность разрыва капилляров (ВРК),
наименьшая влагоемкость (НВ),
полная влагоемкость (ПВ).

Максимальная гигроскопичность (МГ) — характеризует предельно возможное количество парообразной воды, которое почва может поглотить из воздуха, почти насыщенного водяным паром. Это «мертвый запас влаги».

Влажность устойчивого завядания, или *влажность завядания* (ВЗ), — влажность, при которой растения проявляют признаки устойчивого завядания, т. е. такого завядания, когда его признаки не исчезают даже после помещения растения в благоприятные условия. Численно ВЗ равна примерно 1,5 максимальной гигроскопичности. Эту величину называют также коэффициентом завядания.

Влажность разрыва капилляров (ВРК) Влажность разрыва капилляров — это влажность, при которой подвижность капиллярной воды в процессе снижения влажности резко уменьшается. Вода, однако, остается в мельчайших порах, в углах стыка частиц (мениски стыковой влаги). Эта влага неподвижна, но физиологически доступна корешкам растений.

Водный режим

Водным режимом почвы называется совокупность происходящих в ней процессов поступления, передвижения, физического превращения, удержания и расхода воды. Количественно его выражают с помощью расчетов баланса воды.

Баланс воды в почве — это соотношение между количеством влаги, которое поступает в почву за определенный период времени, и количеством воды, которое расходуется из нее за то же время.

Типы водного режима и его регулирование

Основным показателем, характеризующим водный режим почв различных климатических зон, является *коэффициент увлажнения* (КУ) — отношение количества осадков, выпадающих на поверхность почвы в течение одного года, к количеству воды, испаряющейся из нее за тот же период.

Коэффициент увлажнения почв разных почвенно-климатических зон находится **в пределах 0,1—3**. Чем он выше, тем большими запасами влаги обладает почва. В зависимости от коэффициента увлажнения различают

Курс лекций по почвоведению

мерзлотный, водозастойный, периодически водозастойный, промывной, периодически промывной, непромывной, аридный, выпотной и ирригационный и другие типы водного режима почв, которые в свою очередь могут делиться на подтипы.

Мерзлотный тип. Характерен для районов, в которых распространена многолетняя мерзлота. В таких условиях оттаивает только верхняя часть почвы, под которой находится замерзший слой почвогрунта.

Этот слой не пропускает через себя воду, и поэтому оттаивающая часть почвы практически весь вегетационный период насыщена водой.

Водозастойный тип. Присущ для болотных почв атмосферного или некоторых болотных почв грунтового увлажнения. При таком типе водного режима влажность почвы в течение всего года находится в пределах полной влагоемкости и лишь в некоторые отдельные годы опускается до наименьшей влагоемкости.

Периодически водозастойный тип. Наблюдается в болотных почвах грунтового увлажнения, для которых свойственны сезонные колебания уровня грунтовых вод, при этом влажность почвы изменяется от полной до наименьшей влагоемкости. В отдельные годы влажность верхнего горизонта может опускаться ниже наименьшей влагоемкости.

Промывной тип. Распространен на территориях, где сумма годовых остатков значительно превышает количество воды, испаряющейся из почвы ($KУ > 1$). Именно в почвах этих территорий нисходящие потоки воды преобладают над восходящими. Каждую весну и осень вся толща таких почв промачивается до грунтовых вод. В условиях Беларуси это приводит к развитию подзолообразовательного процесса и выщелачиванию многих продуктов почвообразования.

При $KУ > 1$ и близком залегании грунтовых вод или плохой водопроницаемости почвенно-грунтовой толщи формируется болотный подтип водного режима. Он характерен, например, для болотных и подзолисто-болотных почв.

Периодически промывной тип. При периодически промывном водном режиме $KУ$ находится в пределах 0,8—1,2. Он, как правило, характеризуется ограниченным промачиванием почвенно-грунтовой толщи.

Сквозное промачивание почвы избыточным количеством осадков наблюдается 1—2 раза в течение нескольких лет. Такой тип водного режима присущ влажным тропическим саваннам.

Непромывной тип. Характерен для районов, в которых осадки распределяются только в верхних горизонтах почв и не достигают грунтовых вод.

Связь между влагой, поступившей в почву из атмосферы, и грунтовыми водами осуществляется в почве через слой, влажность которого близка к влажности устойчивого завядания растений ($KУ < 1$). Примером таких почв служат черноземы степной зоны, бурые полупустынные и серо-бурые пустынные почвы.

Аридный тип. Встречается в полупустынях и пустынях. В течение года влажность всего почвенного профиля близка к влажности завядания.

Выпотной тип. Характеризуется коэффициентом увлажнения, значительно меньшим единицы. Он проявляется в засушливых районах при близком стоянии грунтовых вод.

При выпотном типе водного режима вода грунтовых вод поступает по капиллярам к поверхности почвы и испаряется. Возникает ее восходящий ток.

Если при этом грунтовые воды отличаются высокой степенью минерализации, то после их испарения в верхнем горизонте почвы могут накапливаться растворимые в воде соли.

Десуктивно-выпотной тип. В отличие от выпотного типа водного режима, капиллярная кайма грунтовых вод не выходит на поверхность и испаряется не физически, а через отсос влаги корнями растений. Присутствующие в грунтовых водах соли накапливаются не на поверхности почвы, а на некоторой глубине в почвенном профиле.

Такой тип водного режима характерен для лугово-черноземных, лугово-каштановых и некоторых других полугидроморфных почв.

Паводковый тип. Свойствен почвам, периодически затапливаемым речными, склоновыми, дождевыми или иными водами.

Амфибальный тип. Формируется в постоянно затопленных участках дельт рек, морских и озерных мелководий или в периодически затопляемых приливными водами манграх. Несмотря на то что поверхностные воды на некоторое время могут стекать, почвы в таких условиях находятся в постоянном переувлажнении.

Ирригационный тип. Создается человеком при поливе почв. Отличается частой сменой нисходящих и восходящих токов воды. Оптимизация водного режима почв достигается за счет искусственного изменения приходных и расходных статей баланса воды. При этом учитывается как потребность сельскохозяйственных растений в воде, так и особенности почвенных и климатических условий зоны.

Осушительный тип. Характерен для искусственно осушенных болотных и заболоченных почв. В условиях Беларуси улучшение водного режима территорий, с одной стороны, направлено на их осушение, а с другой — на дополнительное обеспечение влагой.

Почвенный раствор

Почвенный раствор — жидкая фаза почвы — служит непосредственным источником питательных веществ для растений, и поэтому их рост и развитие непосредственно зависят от его состава и концентрации.

Почвенные растворы — подвижная система, состав которой меняется по сезонам года, что связано с сезонными изменениями тепла и влаги, поступлением органических остатков и процессов их трансформации.

Курс лекций по почвоведению

Концентрация почвенного раствора невелика: около 0,1—0,3 г/л и редко достигает 1 г/л.

Окислительно-восстановительные процессы в почвах

Под окислительно-восстановительным режимом почв следует понимать соотношение окислительно-восстановительных процессов в почвенном профиле в годичном цикле почвообразования.

Различают следующие типы - окислительно-восстановительного режима почв:

1) почвы с абсолютным господством окислительной обстановки — автоморфные почвы степей, полупустынь и пустынь (черноземы, каштановые серо-коричневые, бурые полупустынные, сероземы, серо-бурые и др.).

2) почвы с господством окислительных условий при возможном проявлении восстановительных процессов в отдельные влажные годы

или сезоны (автоморфные почвы таежно-лесной зоны, влажных субтропиков, лиственно-лесной и буроземно-лесной зон);

3) почвы с контрастным окислительно-восстановительным режимом (полугидроморфные почвы различных зон).

Наиболее контрастной динамикой окислительно-восстановительных процессов характеризуются почвы с явлениями временного избыточного увлажнения.

Такие почвы широко распространены среди подзолистых, дерново-подзолистых, бурых лесных, солодей, солонцов и других типов почв;

4) почвы с устойчивым восстановительным режимом (болотные и гидроморфные солончаки).

Почвенный воздух

Воздух — это очень важная составная часть почвы. Без него, и в первую очередь без кислорода, угнетаются растения, замедляется рост корней, ухудшается потребление растениями воды и растворенных в ней питательных веществ.

В почве начинают протекать восстановительные процессы, резко снижается ее плодородие, поэтому вопросам аэрации почвы должно уделяться большое внимание. При этом необходимо четко представлять формы, в которых воздух может находиться в почве, знать особенности его газового состава, свойства и пути регулирования воздушного режима.

Формы почвенного воздуха

Свободный почвенный воздух. Это воздух, который свободно перемещается по почвенным порам и обменивается с атмосферой. Именно за счет него происходит аэрация почвы.

Свободный заземленный почвенный воздух. При увлажнении почвы часть свободного воздуха может быть изолирована с помощью водяных пробок. Такой воздух называется заземленным.

Адсорбированный почвенный воздух. Эта форма воздуха представлена газами, адсорбированными на поверхности почвенных частиц. Его количество зависит от гранулометрического состава почвы и содержания в ней органического вещества. Чем меньше размер почвенных частиц и в почве больше гумуса, тем больше адсорбированного воздуха может находиться в ней.

Растворенный почвенный воздух. Это газы, которые растворены в почвенной влаге. Они почти не участвуют в газообмене с атмосферой, так как их диффузия в водной среде происходит очень медленно.

Воздушный режим почв

Воздушный режим почвы — совокупность происходящих в ней процессов поступления, передвижения, изменения газового состава и физического состояния почвенного воздуха при его взаимодействии с атмосферой, твердой, жидкой и живой фазами почвы. Воздушный режим почв постоянно изменяется. В его изменениях прослеживаются суточная и годовая динамики.

Лекция 8. Разнообразие почв в природе, их классификация, закономерности распределения.

1. Плодородие почв	117
1.1. Категории почвенного плодородия	117
1.2. Факторы и условия создания плодородия	118
1.3. Воспроизводство плодородия	119
1.4. Оптимальные параметры почвенного плодородия	120
2. Закономерности почвенно-географического районирования	120
2.1. Широтно-горизонтальная и вертикальная зональность распределения почв	121
2.2. Таксонометрические единицы почвенно-географического районирования	122
2.3. Почвенно-географическое районирование территории Республики Беларусь	125
3. Классификация почв	128
3.1. Система таксономических единиц	128
3.2. Классификация и систематика почв Беларуси	129
4. Бонитировка почвы	130
4.1. Агропроизводственная группировка почв	130
4.2. Бонитировка почв	130
Краткий конспект Лекции 8	131

1. Плодородие почв

Понятие о плодородии почвы. Плодородие — основное специфическое свойство почвы, отличающее ее от материнской породы. Понятия «почва» и «плодородие» неразрывны. Плодородие формируется в результате длительного развития природного почвообразовательного процесса, на который при сельскохозяйственном использовании налагается процесс окультуривания.

Понятие о плодородии формировалось с первых шагов земледельца древности, который умел различать почвы с низким, и высоким уровнем плодородия. Об этом много знали в античной Греции и Риме, о чем сообщают в своих трудах Аристотель, Лукреций, Плиний, Колумелла и другие. Анализируя наблюдения над природными явлениями, ученые древности создавали мифы о «жире земли», о «жизненной силе растений». Со временем стали появляться догадки о минеральном питании растений, о наличии в почве перегнойных веществ, а в конце XIX в. некоторые исследователи обратили внимание на роль физических свойств почвы в плодородии и стали выяснять ее.

По современным представлениям *плодородие* — способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха и тепла и благоприятной физико-химической средой для нормального роста и развития, т.е. способность почвы обеспечивать рост и воспроизводство растений всеми необходимыми им условиями.

1.1. Категории почвенного плодородия

В настоящее время выделяют естественное, эффективное, потенциальное, относительное, экономическое виды плодородия.

Естественное плодородие формируется в процессе развития почв под влиянием природных факторов почвообразования, и поэтому, например, природное плодородие дерново-подзолистых почв сильно уступает природному плодородию черноземов.

Искусственное (эффективное) плодородие — это плодородие, которым обладает почва в результате целенаправленной деятельности человека (применение удобрений, мелиорация, способы обработки и др.). Оно зависит от уровня развития науки и техники, размера материальных затрат, от возможности мобилизации природного плодородия для получения урожая культур.

Потенциальное плодородие — суммарное плодородие почвы, определяемое как ее природными свойствами, так и свойствами, созданными или измененными человеком. Благодаря этому виду плодородия имеется много примеров, когда урожайность ряда культур на дерново-подзолистых почвах уже может превосходить урожайность, получаемую на черноземах.

Эффективное плодородие — та часть потенциального плодородия, которая реализуется в виде урожая растений при конкретных условиях. Оно зависит от степени мобилизации с помощью агротехнических приемов элементов потенциального плодородия и от эффективности дополнительно привнесенных факторов роста и развития растений.

Относительное плодородие — плодородие почвы в отношении к определенной группе или виду растений, т.е. почва может быть плодородной для одних и бесплодной для других растений. Поэтому осуществляется агропроизводственная группировка почв, на основе которой и составляется структура посевных площадей и проектируются эколого-контурные севообороты.

Экономическое плодородие — экономическая оценка земли в связи с ее потенциальным плодородием и экономическими характеристиками участка: расстояние от дорог, центров энергоснабжения, водоемов, размер и конфигурация поля, трудность механической обработки и т.д.

Важнейшими показателями экономической оценки земель являются общая стоимость продукции, затраты на ее получение и чистый доход. Эти показатели сильно варьируют как в пределах одного хозяйства, так и того природно-экономического района, где это хозяйство расположено.

1.2. Факторы и условия создания плодородия

Специфика почвенного покрова, наличие почв различного гранулометрического состава, разной степени увлажнения требует глубокой дифференциации всех мер и приемов, направленных на повышение плодородия почв и урожаев сельскохозяйственных культур.

Систему этих мер можно условно разделить на три большие группы, тесно связанные между собой.

1. Мероприятия, направленные на изменение внутренних свойств почв и создание оптимальных почвенных условий, необходимых для нормальной жизнедеятельности растений. К ним следует отнести:

благоприятный водно-воздушный режим, создаваемый главным образом мелиоративным воздействием;

оптимальное состояние кислотности почвы, достигаемое известкованием;

достаточные запасы гумуса в почве, пополнение которого происходит за счет внесения органических удобрений и усиленного развития корневых систем растений;

оптимальное содержание подвижных элементов питания для растений, создаваемое путем внесения минеральных и органических удобрений.

2. Мероприятия, направленные на изменение в благоприятную сторону состояния земельных угодий:

завалунености, закустаренности, контурности, эродированности. Значение этих работ особенно велико, так как в Беларуси отмечается очень большая неоднородность почвенного покрова по степеням состояния.

3. Мероприятия, позволяющие наиболее оптимально реализовать, использовать присущее данной почве плодородие и способствовать его увеличению. Сюда относятся

система севооборотов,

обработка почвы,

подбор соответствующих почвенным условиям высокоинтенсивных культур и другие агротехнические приемы.

Выделяют методы биологического, химического и физического воздействия на почву для повышения ее плодородия или окультуривания.

Биологический метод заключается в регулировании процессов синтеза и разложения органического вещества в почве, правильном подборе возделываемых растений и сортов, наилучшем соотношении между ними и правильном чередовании их в севообороте.

Химический метод предусматривает применение минеральных удобрений, известкование и гипсование почвы, обогащение при этом почвы питательными веществами, изменение реакции почвенного раствора, интенсивность и характер микробиологических процессов, и другие свойства, определяющие плодородие почвы.

Физический метод направлен на изменение основных агрофизических свойств почвы: строение пахотного слоя, его плотность, пористость и структурное состояние.

Каждый из этих трех методов в той или иной степени воздействует практически на все свойства почвы и протекающие в ней процессы. Но наиболее эффективные результаты можно получить лишь тогда, когда сочетаются все три метода.

Факторы и показатели плодородия почв

Плодородие почвы заключается в возможности обеспечивать растения факторами жизни. Различают факторы и показатели (условия) почвенного плодородия.

Если к **факторам плодородия** относятся элементы азотного и зольного питания растений, вода, воздух и тепло — необходимые факторы жизни и роста растений,

то **условия плодородия** — это совокупность свойств и режимов, сложное взаимодействие которых определяет возможность обеспечения растений земными факторами, т. е. **конкретные показатели почвенных режимов**:

температурного, водно-воздушного, питательного, физико-химического, биохимического, солевого, окислительно-восстановительного.

Выделяют три группы факторов плодородия: биологические, химические и агрофизические.

К *биологическим* относятся: содержание и состав органического вещества почвы, почвенная биота и чистота почвы от сорняков, вредителей и возбудителей болезней.

Агрохимическую группу составляют содержание и режим питательных веществ, а также щелочно-кислотные и поглотительные свойства почвы.

К группе *агрофизических факторов* следует отнести гранулометрический состав почвы, структуру, строение и мощность пахотного слоя.

По характеру воздействия на организмы факторы плодородия могут быть разделены на:

1) необходимые для жизни; 2) косвенные; 3) токсические; 4) случайные.

К необходимым относятся световая энергия, питательные вещества, тепло и другие факторы жизни.

Косвенные факторы плодородия влияют на интенсивность, характер и действия необходимых факторов жизни. Их набор и особенности определяются средой обитания.

Токсические факторы нарушают физиологические функции растений. С нарастанием их содержания в среде снижается продуктивность и растения гибнут (химические соединения, фитонциды).

Случайные факторы в почвах возникают, как правило, под влиянием резких изменений погодных условий. Это снижение температуры весной или летом, затопление, засыпка пылью и т. д.

Показатели, условия, плодородия также делятся на биологические, химические и агрофизические.

1.3. Воспроизводство плодородия

Плодородие почвы представляет собой такое ее свойство, которое способно к воспроизводству как в природных условиях, так и в условиях сельскохозяйственного использования. Оно может быть простым, расширенным и неполным.

Понятие простого, неполного и расширенного воспроизводства применимо больше к потенциальному плодородию, изменяющемуся относительно медленно.

Курс лекций по почвоведению

Простое воспроизводство — это отсутствие заметных изменений в совокупности свойств почвы, влияющих на ее плодородие. Ведение земледелия происходит на фоне уравновешенной (100%) интенсивности баланса питательных веществ.

Неполное воспроизводство — это ухудшение свойств почвы, влияющих на ее плодородие, снижение способности почвы обеспечивать растения факторами, необходимыми для их роста и развития в многолетнем цикле.

К сожалению, оно представляет собой широко распространенные явления на земном шаре, имеющие место и в Беларуси.

В итоге для поддержания эффективного плодородия требуется все более массивное и дорогостоящее воздействие человека на почву, которое нередко приводит к дальнейшему снижению ее потенциального плодородия.

Расширенное воспроизводство плодородия — это улучшение совокупности свойств почвы, повышение способности почвы обеспечивать растения факторами, необходимыми для их роста и развития в многолетнем цикле.

Оно может осуществляться как (постоянно, на фоне высокой агротехники, ведения земледелия с интенсивностью баланса питательных веществ свыше 100%, и химизации агрофизических, агрохимических и биологических свойств почвы, так и в короткие сроки при коренном изменении свойств почвы **за счет мелиорации**.

Обеспечение расширенного воспроизводства почвенного плодородия — важнейшая задача рационального использования земли в условиях интенсивного земледелия.

1.4. Оптимальные параметры почвенного плодородия

Повышение плодородия почв является составной частью более общей проблемы оптимизации использования земельных ресурсов и увеличения продуктивности агроэкосистем. Решение проблемы базируется на определении оптимальных параметров (показателей) свойств почв.

По Т.Н. Кулаковской, оптимальные параметры свойств почв —

это такое сочетание количественных показателей свойств (и режимов) почв,

при котором могут быть максимально использованы все жизненно важные для растений факторы, наиболее полно реализованы потенциальные возможности выращиваемых культур и обеспечен наивысший урожай при его хорошем качестве.

Для почв Беларуси наиболее обоснованы с теоретической и практической точки зрения оптимальные параметры для агрохимических свойств почвы. Т.Н. Кулаковская предложила метод комплексно-обобщенной оценки этих свойств через относительный индекс окультуренности.

Из агрохимических свойств, которые отражают состояние плодородия почв, наибольший интерес представляют степень кислотности почв (рН), содержание гумуса, P_2O_5 , K_2O .

Определить влияние каждого отдельного свойства в «чистом» виде практически невозможно, так как изменение одного сопровождается изменением и других свойств.

Оценка уровня плодородия по отдельным свойствам затруднена и тем, что различные показатели находятся на разном уровне. Поэтому наиболее объективным критерием является комплексный показатель — индекс окультуренности почв, где каждое свойство выражено в относительных величинах и отражает степень соответствия почвы требованиям культурных растений.

2. Закономерности почвенно-географического районирования

Почвенно-географическое районирование — разделение территории на почвенно-географические районы, однородные по структуре почвенного покрова, сочетанию факторов почвообразования и характеру возможного сельскохозяйственного использования.

Его основой является установление географических закономерностей распространения почв, вытекающих из распределения природных условий на земной поверхности.

Почвенно-географическое районирование является основой для решения проблемы рационального и наиболее эффективного использования земельных фондов, охраны и повышения плодородия почв. Опираясь на теоретические положения географии почв, почвенно-географическое районирование дает нам в наиболее систематизированной и краткой форме всю сумму фактических знаний о структуре почвенного покрова страны и отдельных ее регионов.

При почвенно-географическом районировании почву рассматривают как элемент ландшафта, основываясь на выявлении связей почвенного покрова с современными экологическими условиями, определяющими водный и тепловой режим почв и многие важные динамические свойства, от которых зависит уровень природного плодородия почв.

Поэтому именно почвенно-географическое (почвенно-экологическое) районирование в наибольшей степени отвечает запросам сельскохозяйственного производства, решению проблемы эффективного использования земельных ресурсов в различных отраслях хозяйства и их охраны.

Почвенно-географическое районирование служит основой для разработки специальных видов районирования: почвенно-агрхимического, почвенно-мелиоративного, почвенно-эрозионного, природно-сельскохозяйственного и др.

2.1. Широтно-горизонтальная и вертикальная зональность распределения почв

Почвенно-географическое районирование является основой учения В.В. Докучаева о *широтнo-горизонтальной и вертикальной зональности почв*, общие закономерности которого он сформулировал в 1899 г. К формированию понятия о почвенных зонах его привело учение о факторах почвообразования.

В.В. Докучаев писал: «Раз все почвообразователи располагаются на поверхности в виде поясов или зон, вытянутых более или менее параллельно широтам, то и почвы наши — черноземы, подзолы и др. — должны располагаться на земной поверхности зонально, в строгой зависимости от климата, растительности и *пр.*».

Составленная им на этой основе первая схема почвенных зон в масштабе 1:50 000 000 всего Северного полушария демонстрировалась в 1900 г. на Всемирной выставке в Париже.

На ней были выделены пять мировых зон:

- 1) бореальная (арктическая); 2) лесная; 3) черноземных степей;
- 4) азральная с подразделением и каменистые, песчаные, лессовые и солончаковые пустыни;
- 5) латеритная.

В лесной зоне были показаны аллювиальные равнины. Все почвенные зоны имели широтное направление.

Разные авторы позднее доказали, что на каждом континенте распределение зон имеет свои особенности, что горизонтальные (мы опоясываем земной шар не лентой, а встречаются в виде островов среди других почвенных зон или могут выпадать полностью).

Более или менее строго учение о горизонтальной зональности соблюдается на обширных пространствах Русской равнины.

Для Северного и Южного полушарий в чередовании зон наблюдается асимметрия.

Например, зона тундры в Южном полушарии отсутствует на Мальдивских островах, хотя они входят в бореальный пояс.

В арктическом поясе расположены рядами типичные арктические и типично гумусовые почвы,

широтные подзоны тундровой зоны выделяются сочетаниями тундровых глеевых почв и торфяников.

Мысль о вертикальной зональности почв в горах была высказана В.В. Докучаевым одновременно с учением о горизонтальной зональности.

Изучив расположение природных почвенных зон в горах Кавказа, он в 1899 г. писал: «Так как вместе с поднятием местности всегда закономерно изменяется климат, растительность и животный мир, также закономерно должны измениться почвы по мере поднятия от подножия гор к вершинам, располагаясь в виде тех же последовательных, но уже не горизонтальных, а вертикальных зон».

Позднее К.Д. Глинка, С.С. Неуструев, С.А. Захаров и другие в своих работах выявили несоответствие между этой общей схемой и действительным расположением почвенных зон в горах. Установлено, что в горах имеется большее разнообразие биоклиматических условий и типов почв, чем на равнинах, и что каждая горная страна характеризуется определенными типами структур вертикальной зональности.

Различия в типах структур определяют:

положение горной страны в системе горизонтальных почвенных зон; высота горной страны; ее положение по отношению к движению воздушных масс, изолированность от морей другими горными системами; наличие температурных инверсий на разных склонах одного и того же хребта.

В силу этих причин наветренные склоны получают очень много осадков, подветренные — очень мало, поэтому в первом случае преобладают влажно-лесные и горно-луговые почвы, во втором — горные пустынные, горные степные и горно-лугово-степные с резкими переходами между зонами.

Поэтому имеют место интерференция — выпадение отдельных почвенных зон; инверсия, когда нижние зоны располагаются выше, чем положено по аналогии с горизонтальными; миграция, когда одна зона проникает в другую.

Эти понятия объясняют отсутствие горных черноземов между зонами каштановых и горно-луговых почв в горах Южного Закавказья, смену горно-лесных подзолистых почв не тундрой, как на равнинах, а субальпийскими и альпийскими лугами, проникновениями одних почв в другие по горным долинам.

2.2. Таксонометрические единицы почвенно-географического районирования

Система таксонометрических единиц почвенно-географического районирования состоит из следующих единиц.

1. Географический пояс.
2. Почвенная биоклиматическая область.

Для равнинных территорий

3. Почвенная зона
4. Почвенная провинция
5. Почвенный округ
6. Почвенный район

Для горных территорий

3. Горная почвенная провинция
(вертикальная структура почвенных зон)
4. Вертикальная почвенная зона
5. Горный почвенный округ
6. Горный почвенный район

Географический пояс — совокупность почвенных зон и вертикальных почвенных структур (горных почвенных провинций), объединенных сходством радиационных и термических условий.

Их пять:

полярный, бореальный, суббореальный, субтропический, тропический.

Основой для их выделения является сумма среднесуточных температур выше 10 °С за вегетационный период.

Курс лекций по почвоведению

Почвенно-биоклиматическая область — совокупность почвенных зон и вертикальных структур, объединенных в пределах пояса сходными условиями увлажнения и континентальности и вызванных ими особенностями почвообразования, выветривания и развития растительности. Различаются области по коэффициенту увлажнения (КУ) Высоцкого—Иванова.

Их шесть:

очень влажные, избыточно влажные, влажные, умеренно сухие, засушливые (сухие), очень сухие.

Почвенный покров области более однороден, чем в поясе, но внутри нее могут выделяться интразональные почвы.

Почвенная зона — составная часть области, ареал распространения зонального почвенного типа и сопутствующих ему интразональных почв. В каждую область входят две-три почвенные зоны.

Подзона — часть почвенной зоны, вытянутая в том же направлении, что и зональные подтипы почв.

Почвенная фация — часть зоны, отличающаяся от других частей по температурному режиму и сезонному режиму увлажнения.

Почвенная провинция — часть почвенной фации, отличающаяся теми же признаками, что и фация, но при более детальном подходе.

Почвенный округ — выделяется в пределах провинции по особенностям почвенного покрова, обусловленным характером рельефа и почвообразующих пород.

Почвенный район — часть почвенного округа, характеризующаяся однотипной структурой почвенного покрова, т.е. закономерным чередованием тех же сочетаний и комплексов почв.

Вертикальная почвенная структура — ареал распространения четко определенного рода вертикальных почвенных зон, обусловленного положением горной страны или ее части в системе биоклиматической области и главными особенностями ее общей орографии.

Горная почвенная провинция аналогична почвенной зоне на равнине. Значение остальных таксонометрических единиц одинаково для равнинных и горных территорий.

Опорными единицами почвенно-географического районирования на равнинных территориях являются почвенные зоны, а в горах — горные почвенные провинции.

Курс лекций по почвоведению

<p>1. Географический пояс. Совокупность почвенных зон и вертикальных почвенных структур, объединенных сходством радиационных и термических условий.</p>	Полярный	Бореальный	Суб бореальный	Суб тропический	Тропический
<p>2. Почвенно-биоклиматическая область. Совокупность почвенных зон и вертикальных структур, объединенных в пределах пояса сходными условиями увлажнения и континентальности и вызванных ими особенностей почвообразования, выветривания и развития растительности. Различаются области по коэффициенту увлажнения (КУ) Высоцкого—Иванова.</p>	<p align="center">Очень влажные, избыточно влажные, влажные, умеренно сухие, сухие, очень сухие</p>				
<p>3. Почвенная зона</p>	<p>В каждую область входят две-три почвенные зоны.</p>				
<p>4. Подзона</p>	<p>Часть почвенной зоны, вытянутая в том же направлении, что и зональные подтипы почв</p>				
<p>5. Почвенная фация</p>	<p>Часть зоны, отличающаяся от других частей по температурному режиму и сезонному режиму увлажнения</p>				
<p>6. Почвенная провинция</p>	<p>Часть почвенной фации, отличающаяся теми же признаками, что и фация, но при более детальном подходе</p>				
<p>7. Почвенный округ</p>	<p><i>Выделяется в пределах провинции по особенностям почвенного покрова, обусловленным характером рельефа и почвообразующих пород</i></p>				
<p>8. Почвенный район</p>	<p><i>Часть почвенного округа, характеризующаяся однотипной структурой почвенного покрова, т.е. закономерным чередованием тех же сочетаний и комплексов почв</i></p>				

I. ПОЛЯРНЫЙ ПОЯС

Евразийская полярная область

А. Зона арктических почв Арктики

Б. Зона тундровых глеевых и тундровых иллювиально-гумусовых почв Субарктики

II. БОРЕАЛЬНЫЙ ПОЯС

II. Европейско-Западно-Сибирская таежно-лесная область

В. Подзона глееподзолистых почв и подзолов северной тайги

Г. Подзона подзолистых почв средней тайги

Д. Зона дерново-подзолистых почв южной тайги

III. Восточно-Сибирская мерзлотно-таежная область

Е. Подзона глеемерзлотно-таежных почв северной тайги:

Ж. Подзона мерзлотно-таежных и палевых мерзлотно-таежных почв средней тайги:

IV. Дальневосточная таежно-лесная область

З. Зона лесных пеплово-вулканических почв

И. Зона буро-таежных почв и подзолов

III. СУББОРЕАЛЬНЫЙ ПОЯС .

У. Западная буроземно-лесная область

К. Зона бурых лесных почв широколиственных лесов

VI. Центральная лесостепная и степная область

Л. Зона серых лесных почв, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов лесостепи

М. Зона обыкновенных и южных черноземов степи

Н. Зона темно-каштановых и каштановых почв сухой степи

VII. Восточная буроземно-лесная область

О. Зона бурых и подзолисто-бурых лесных почв хвойно-широколиственных и широколиственных лесов

VIII. Полупустынная и пустынная область

П. Зона светло-каштановых и бурых почв полупустыни

Р. Зона серо-бурых почв суббореальной пустыни

С. Зона малокарбонатных сероземов предгорной полупустыни

IV. СУБТРОПИЧЕСКИЙ ПОЯС

IX. Субтропическая влажно-лесная область

Т. Зона красноземов и желтоземов влажных лесов

X. Субтропическая ксерофитно-лесная область

У. Зона коричневых и серо-коричневых почв

XI. Субтропическая полупустынная и пустынная область

Ф. Зона серо-бурых почв субтропической пустыни

Х. Зона сероземов предгорной полупустыни

2.3. Почвенно-географическое районирование территории Республики Беларусь

Территория Республики Беларусь расположена в бореальном (умеренно холодном) поясе, входит в Центральную таежно-лесную область, подзону дерново-подзолистых почв южной тайги.

На основе новых сведений о почвах с 1974 г. территория Беларуси поделена на три почвенные провинции, которые резко отличаются между собой по рельефу, температурному режиму, характеру почвенного покрова (Н.И. Смян, И.Н. Соловей):

- I. Северную (Прибалтийскую);
- II. Центральную (Белорусскую);
- III. Южную (Полесскую).

Они различаются по степени проявления эрозии и заболачивания и по ряду факторов, определяющих перспективные возможности развития различных отраслей сельского хозяйства, каждая из них занимает обширную территорию, их границы тянутся в широтных направлениях.

В свою очередь провинция делится почвенно-климатические округа и агропочвенные районы и под районы. Наименование подрайонов устанавливали их географическому положению с указанием населенных пунктов и преобладающих почв и их сочетаний.

Северная провинция занимает 29,7% территории, она наиболее холодная (среднегодовая температура 4,5—5,0 °С), осадков выпадает от 550 до 700 мм, длина вегетационного периода 170—140 дней. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые почвы, чередующиеся с дерново-подзолистыми заболоченными.

Делится на два округа, Северо-западный и Северо-восточный, и восемь агропочвенных районов.

Почвенная провинция	Почвенно-климатический округ	Агропочвенный район и подрайон	Площадь	
			тыс. км ²	%
1. Северная	(Прибалтийская)		61,6	29,7
	1-А Северо	западный	32	15,4
		1. Браславско-Глубокский	7	3,4
		а) Браславско-Миорский •	3	1,3
		б) Поставско-Глубокский	4	1,9
		2. Шарковщинско-Верхнедвинский	3,8	1,8
		3. Полоцкий	3,8	1,8
		4. Вилейско-Докшицкий	17,4	8,4
	1-Б Северо	восточный	29,6	14,3
		5. Сенненско-Россонскб-Городокский	13	6,3
		6. Витебско-Лиозненский	1,90	0,9
		7. Оршанско-Горецко-Мстиславский	4,23	2
		8. Шкловско-Чаусский	10,2	5,1

Центральная провинция занимает 42,7% территории, неоднородна по климатическим показателям: среднегодовые температуры изменяются от 7,3 на западе до 5,0 °С на востоке, длина вегетационного периода соответственно от 200 до 192 дней, количество осадков в среднем составляет 550—600 мм.

Почвенный покров сложен и многообразен как по особенностям строения почвообразующих и подстилающих пород, так и по проявлению почвообразовательных процессов.

Он представлен дерновыми и дерново-подзолистыми почвами нормального увлажнения и с признаками заболачивания, а также торфяно-болотными и пойменными.

Провинция разделена на три почвенных округа, Западный, Центральный, Восточный, включающих семь агропочвенных районов.

II. Центральная	(Белорусская)		88,3	42,7
	II А Западный		38,4	18,5
		9. Гродненско-Волковыско-Лидский	23,9	11,5
		а) Гродненско-Волковыско-Слонимский -	15,6	7,5
		б) Щучинско-Вороновско-Лидский	8,3	4
		10. Мостовский	6,4	3,1
		11. Новогрудско-Несвижско-Слуцкий	8,1	3,9
	II-Б Центральный		21,1	10,2
		12. Ошмянско-Минский	9,6	4,6
		13. Узденско-Осиповичско-Червенский	11,5	5,6
	II-В Восточный		28,8	13,9
		14. Рогачевско-Славгородско-Кличевский	13,2	6,4
		15. Кировско-Гомельско-Хотимский	15,6	7,5
		а) Кировско-Кормяско-Гомельский	12,9	6,2
		б) Краснопольско-Хотимский	2,7	1,3

Южная (Полеская) провинция занимает 27,6 % территории республики. Рельеф этой провинции равнинный, с системой плоских, переходящих друг в друга речных террас и примыкающих к озерам. На рельефе провинции также отложилась работа древних и современных рек.

Это наиболее теплая провинция, вегетационный период длится 195—210 дней, сумма осадков составляет 500—550 мм, среднегодовая температура 7,0—8,2 °С. Почвенный покров сложен и многообразен из-за пестроты строения почвообразующих пород и крайней изменчивости степени увлажнения.

Здесь формируются подзолистые, дерново-подзолистые и дерновые почвы автоморфного и гидроморфного режимов водного питания, а также торфяные и аллювиальные почвы.

Провинция разделена на 2 округа, Юго-западный, Юго-восточный, и 5 агропочвенных районов.

III. Южная	(Полеская)		57,7	27,6
	III-А Юго-западный		30,4	14,5
		16. Брестско-Дрогиченско-Ивановский	5,2	2,5
		17. Ганцевичско-Лунинецкий	23,8	11,4
		а) Ганцевичско-Лунинецко-	12,7	6,1

		Житко-вический		
		б) Мапоритский	5,1	2,5
		в) Сталинский	3,4	1,6
		г) Пинский	2,6	1,2
		18. Туровско-Давид-Городокский	1	0,6
	Ш-Б Юго-	восточный	27,3	13,1
		19. Любанско-Светлогорско-Калинковичский -	26,4	12,7
		а) Любанско-Светлогорско-Калинко вический	19,5	9,4
		б) Лельчицко-Ельско-Наровлянский -	6,9	3,3
		20. Мозырско-Хойникско-Брагинский	0,9	0,4

3. Классификация почв

Классификацией почв называется объединение почв в группы по их важнейшим свойствам, происхождению и особенностям плодородия.

Работа по составлению классификации почв включает:

установление и точную формулировку принципов классификации;

разработку системы соподчиненных таксономических единиц (тип, подтип и т.д.);

составление классификационной схемы или систематического списка почв;

разработку системы названий или номенклатуры почв;

установление признаков, по которым почвы каждого классификационного подразделения могут быть найдены в природе (диагностика почв) и выделены на почвенных картах.

3.1. Система таксономических единиц

Таксономические единицы в почвоведении (таксоны) — это последовательно соподчиненные систематические категории, отражающие объективно существующие группы почв в природе. Они показывают место или ранг почвы в системе и характеризуют точность их определения (от греч. taxis — строй, порядок, лат. lakso — оцениваю и potos — закон).

Тип почвы — группа почв, развивающихся в однотипно сопряженных биологических, климатических, гидрологических условиях и характеризующихся ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами.

Эта группа почв характеризуется однотипным строением почвенного профиля, однотипностью процессов поступления органических веществ и их трансформации, процессов разложения минеральной массы, миграции и аккумуляции веществ, однотипным характером различных почвенных режимов, что в итоге определяет сходство мероприятий по управлению плодородием. В разных странах он называется по-разному: во Франции — *groupe du sol*; США, Канаде — *great soil grup*; Германии — *bodentip*; ФАО/ЮНЕСКО — *soil unit*.

Подтипы почв выделяются в пределах типа и представляют собой группы почв, качественно различающиеся по проявлению основного или налагающихся процессов, обусловленных различием в составе почвообразующих пород, гидрологическом режиме, изменением основного признака почв (дерновые типичные, дерновые оподзоленные и др.). С учетом суммы активных температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) на глубине 20 см и продолжительности периода отрицательных температур на той же глубине выделяют фациальные подтипы: теплые, умеренные, холодные и т.д.

Роды выделяются в пределах подтипа и показывают влияние местных условий (химизма и режима грунтовых вод, состава почвообразующих пород) на качественные генетические особенности почв: карбонатность, ожелезнение, реликтовые признаки и т.д.

Виды в пределах рода характеризуют различия в свойствах и строении почв, связанные с особенностями протекания основного почвообразовательного процесса, характером антропогенного воздействия: слабоподзолистые, слабоэродированные, окультуренные.

Разновидности почв определяются по гранулометрическому составу верхних горизонтов и почвообразующих пород: суглинистые, супесчаные и др.

Разряды характеризуют генетические свойства почвообразующих пород: моренные, покровные, флювиогляциальные и другие отложения.

3.2. Классификация и систематика почв Беларуси

НОМЕНКЛАТУРНЫЙ СПИСОК ПОЧВ (схема, Н.И. Смян и др.)

ТИП 1. ДЕРНОВО-КАРБОНАТНЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Дерново-карбонатные типичные
2. Дерново-карбонатные выщелоченные
3. Дерново-карбонатные оподзоленные

ТИП 2. БУРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИП: 1. Бурые лесные остаточно карбонатные

ТИП 3. ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИП: 1. Собственно подзолистые

ТИП 4. ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Дерново-палево-подзолистые
2. Дерново-подзолистые (белесые)
3. Дерново-подзолистые эродированные
4. Дерново-подзолистые окультуренные

ТИП 5. ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ЗАБОЛОЧЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные
2. Дерново-подзолистые грунтово-оглеенные
3. Дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные осушенные
4. Дерново-подзолистые грунтово-оглеенные осушенные

ТИП 6. БОЛОТНО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Торфянисто-подзолисто-глеевые
2. Торфянисто-подзолисто-глеевые осушенные

ТИП 7. ДЕРНОВЫЕ ЗАБОЛОЧЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Дерново-поверхностно-глееватые
2. Дерново-перегнойно-поверхностно-глеевые
3. Дерново-грунтово-глееватые
4. Дерново-(перегнойно)-грунтово-глеевые
5. Дерново-поверхностно-глееватые, глеевые осушенные
6. Дерново-грунтово-глееватые, глеевые осушенные

ТИП 8. ТОРФЯНО-БОЛОТНЫЕ НИЗИННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Болотные низинные торфяно-глеевые
2. Болотные низинные торфяные
3. Торфяно-глеевые низинные осушенные
4. Торфяные низинные осушенные

ТИП 9. ТОРФЯНО-БОЛОТНЫЕ ВЕРХОВЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Болотные верховые торфяно-глеевые
2. Болотные верховые торфяные
3. Торфяно-глеевые верховые осушенные
4. Торфяные верховые осушенные

ТИП 10. АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ (ЦОЙМЕННЫЕ) ДЕРНОВЫЕ, ДЕРНОВЫЕ ЗАБОЛОЧЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Аллювиальные неразвитые
2. Аллювиальные дерновые оподзоленные
3. Аллювиальные дерновые (оподзоленные) слабоглееватые
4. Аллювиальные дерново-глееватые
5. Аллювиальные дерново-глеевые
6. Аллювиальные дерново-глееватые и глеевые осушенные

ТИП 11. АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ СТАРОПОЙМЕННЫЕ (ПАЛЕОПОЙМЕННЫЕ) ДЕРНОВЫЕ, ДЕРНОВЫЕ ЗАБОЛОЧЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Аллювиальные старопойменные дерновые оподзоленные
2. Аллювиальные старопойменные дерновые (оподзоленные) слабоглееватые
3. Аллювиальные старопойменные дерново-глееватые
4. Аллювиальные старопойменные дерново-глеевые

ТИП 12. АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ БОЛОТНЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Аллювиальные болотные иловато-перешойно-глеевые
2. Аллювиальные болотные иловато-торфяно-глеевые
3. Аллювиальные болотные иловато-торфяные
4. Аллювиальные иловато-перегнойно-глеевые осушенные
5. Аллювиальные иловато-торфяно-глеевые осушенные
6. Аллювиальные иловато-торфяные осушенные

ТИП 13. АНТРОПОГЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Рекультивированные
2. Антропогенно-деградированные
3. Антропогенно-нарушенные
4. Антропогенно-засоленные
5. Вторично заболоченные

4. Бонитировка почвы

4.1. Агропроизводственная группировка почв

Агропроизводственная группировка почв — объединение видов и разновидностей почв по общности агротехнических показателей, уровню плодородия, однотипности характера использования.

При объединении почв в агрогруппы учитывается близость их по генезису, гранулометрическому составу, почвообразующим и подстилающим породам, типу водного режима, агрохимических и агрофизических показателей, степени эродированности и завалуненности, однородности почвенных контуров, их конфигурации и величине, однотипности агротехнических мероприятий для отдельных сельскохозяйственных культур и мероприятий по повышению плодородия.

На первом этапе делят почвы на требующие и не требующие специальной агротехники (удаление камней, эродированность и др.), затем делят на две группы по гранулометрическому составу (тяжелые и легкие), в дальнейшем учитываются зональные и видовые различия.

В настоящее время выделено 30 агрогрупп.

Агропроизводственную группировку нельзя рассматривать, как что-то постоянное, неизменное. Возможны случаи перевода почв из одной группы в другую в результате мелиорации и других мероприятий по окультуриванию или когда для выделения агрогруппы нет оснований из-за малой площади отдельных почв и др.

4.2. Бонитировка почв

Бонитировка почв — интегральный показатель плодородия почв, сравнительная оценка качества почв по их производительной способности, специализированная генетико-производственная классификация почв, плодородие которых выражается в баллах, а бонитет почвы — показатель ее продуктивности, доброкачественности.

Бонитировка почв — составная часть земельного кадастра, задачей которого является государственная система изучения, оценки, учета и распределения земельного фонда страны, рационального использования и охраны.

Каждая сельскохозяйственная культура по-разному реагирует на комплекс свойств почвы, выраженных баллом бонитета.

Отмечается наиболее тесная связь урожайности растений с гранулометрическим составом почвообразующих и подстилающих пород и степенью переувлажнения почвы.

Материалы о качестве почв являются основой научного земледелия, они необходимы при землеустройстве, оценке производственной деятельности хозяйств, определении структуры посевных площадей, при введении земельного кадастра и др. С этой целью проводятся группировка и бонитировка почв.

Оценку плодородия земли по ряду качественных показателей называют бонитировкой, а показатель — ее бонитетом.

За эталон принимается дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая почва, содержащая 2 % гумуса.

Ее оценка — 50 баллов.

При помощи поправочных коэффициентов на эродированность, каменистость, завалуненность, закустаренность, контурность, на климатические условия, определяется бонитет почвы.

На основании исследований все почвы республики объединены в 10 агропроизводственных групп с соответствующими баллами бонитета. Для каждой из этих групп предложен свой, наиболее рациональный набор культур. Этой группировке должна соответствовать структура посевных площадей в конкретном хозяйстве.

Результаты бонитировки являются основой для прогноза урожая, планирования и применения удобрений. Для этого используют цену балла почв по урожайности на почве без удобрений и отдельно учитывают прибавку урожая от удобрений в соответствии с нормативами, полученными при обобщении полевых опытов, проведенных научными учреждениями республики.

1. Плодородие почв

Понятие о плодородии почвы.

По современным представлениям *плодородие* — способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха и тепла и благоприятной физико-химической средой для нормального роста и развития, т.е. способность почвы обеспечивать рост и воспроизводство растений всеми необходимыми им условиями.

Категории почвенного плодородия

В настоящее время выделяют естественное, эффективное, потенциальное, относительное, экономическое виды плодородия.

Естественное плодородие формируется в процессе развития почв под влиянием природных факторов почвообразования, и поэтому, например, природное плодородие дерново-подзолистых почв сильно уступает природному плодородию черноземов.

Искусственное (эффективное) плодородие — это плодородие, которым обладает почва в результате целенаправленной деятельности человека (применение удобрений, мелиорация, способы обработки и др.). Оно зависит от уровня развития науки и техники, размера материальных затрат, от возможности мобилизации природного плодородия для получения урожая культур.

Потенциальное плодородие — суммарное плодородие почвы, определяемое как ее природными свойствами, так и свойствами, созданными или измененными человеком. Благодаря этому виду плодородия имеется много примеров, когда урожайность ряда культур на дерново-подзолистых почвах уже может превосходить урожайность, получаемую на черноземах.

Эффективное плодородие — та часть потенциального плодородия, которая реализуется в виде урожая растений при конкретных условиях. Оно зависит от степени мобилизации с помощью агротехнических приемов элементов потенциального плодородия и от эффективности дополнительно привнесенных факторов роста и развития растений.

Относительное плодородие — плодородие почвы в отношении к определенной группе или виду растений, т.е. почва может быть плодородной для одних и бесплодной для других растений. Поэтому осуществляется агропроизводственная группировка почв, на основе которой и составляется структура посевных площадей и проектируются эколого-контурные севообороты.

Экономическое плодородие — экономическая оценка земли в связи с ее потенциальным плодородием и экономическими характеристиками участка: расстояние от дорог, центров энергоснабжения, водоемов, размер и конфигурация поля, трудность механической обработки и т.д.

Важнейшими показателями экономической оценки земель являются общая стоимость продукции, затраты на ее получение и чистый доход. Эти показатели сильно варьируют как в пределах одного хозяйства, так и того природно-экономического района, где это хозяйство расположено.

Факторы и условия создания плодородия

Специфика почвенного покрова, наличие почв различного гранулометрического состава, разной степени увлажнения требует глубокой дифференциации всех мер и приемов, направленных на повышение плодородия почв и урожайев сельскохозяйственных культур.

Систему этих мер можно условно разделить на три большие группы, тесно связанные между собой.

1. Мероприятия, направленные на изменение внутренних свойств почв и создание оптимальных почвенных условий, необходимых для нормальной жизнедеятельности растений.
2. Мероприятия, направленные на изменение в благоприятную сторону состояния земельных угодий.
3. Мероприятия, позволяющие наиболее оптимально реализовать, использовать присущее данной почве плодородие и способствовать его увеличению.

Факторы и показатели плодородия почв

Плодородие почвы заключается в возможности обеспечивать растения факторами жизни.

Выделяют три группы факторов плодородия: биологические, химические и агрофизические.

К *биологическим* относятся: содержание и состав органического вещества почвы, почвенная биота и чистота почвы от сорняков, вредителей и возбудителей болезней.

Агрохимическую группу составляют содержание и режим питательных веществ, а также щелочно-кислотные и поглотительные свойства почвы.

К группе *агрофизических факторов* следует отнести гранулометрический состав почвы, структуру, строение и мощность пахотного слоя.

Воспроизводство плодородия

Плодородие почвы представляет собой такое ее свойство, которое способно к воспроизводству как в природных условиях, так и в условиях сельскохозяйственного использования. Оно может быть простым, расширенным и неполным.

Простое воспроизводство — это отсутствие заметных изменений в совокупности свойств почвы, влияющих на ее плодородие. Ведение земледелия происходит на фоне уравновешенной (100%) интенсивности баланса питательных веществ.

Неполное воспроизводство — это ухудшение свойств почвы, влияющих на ее плодородие, снижение способности почвы обеспечивать растения факторами, необходимыми для их роста и развития в многолетнем цикле.

Расширенное воспроизводство плодородия — это улучшение совокупности свойств почвы, повышение способности почвы обеспечивать растения факторами, необходимыми для их роста и развития в многолетнем цикле.

Оптимальные параметры почвенного плодородия

Оптимальные параметры свойств почв —

это такое сочетание количественных показателей свойств (и режимов) почв, при котором могут быть максимально использованы все жизненно важные для растений факторы, наиболее полно реализованы потенциальные возможности выращиваемых культур и обеспечен наивысший урожай при его хорошем качестве.

Для почв Беларуси наиболее обоснованы с теоретической и практической точки зрения оптимальные параметры для агрохимических свойств почвы. Т.Н. Кулаковская предложила метод комплексно-обобщенной оценки этих свойств через относительный индекс окультуренности.

Из агрохимических свойств, которые отражают состояние плодородия почв, наибольший интерес представляют степень кислотности почв (рН), содержание гумуса, P_2O_5 , K_2O .

Закономерности почвенно-географического районирования

Почвенно-географическое районирование — разделение территории на почвенно-географические районы, однородные по структуре почвенного покрова, сочетанию факторов почвообразования и характеру возможного сельскохозяйственного использования.

Его основой является установление географических закономерностей распространения почв, вытекающих из распределения природных условий на земной поверхности.

Таксонометрические единицы почвенно-географического районирования

Система таксонометрических единиц почвенно-географического районирования состоит из следующих единиц.

1. Географический пояс.
2. Почвенная биоклиматическая область.
3. Почвенная зона
4. Почвенная провинция
5. Почвенный округ
6. Почвенный район

Географический пояс — совокупность почвенных зон и вертикальных почвенных структур (горных почвенных провинций), объединенных сходством радиационных и термических условий.

Их пять:

полярный, бореальный, суббореальный, субтропический, тропический.

Основой для их выделения является сумма среднесуточных температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ за вегетационный период.

Почвенно-биоклиматическая область — совокупность почвенных зон и вертикальных структур, объединенных в пределах пояса сходными условиями увлажнения и континентальности и вызванных ими особенностями почвообразования, выветривания и развития растительности. Различаются области по коэффициенту увлажнения (КУ) Высоцкого—Иванова.

Их шесть:

очень влажные, избыточно влажные, влажные, умеренно сухие, засушливые (сухие), очень сухие.

Почвенный покров области более однороден, чем в поясе, но внутри нее могут выделяться интразональные почвы.

Почвенная зона — составная часть области, ареал распространения зонального почвенного типа и сопутствующих ему интразональных почв. В каждую область входят две-три почвенные зоны.

Подзона — часть почвенной зоны, вытянутая в том же направлении, что и зональные подтипы почв.

Почвенная фацция — часть зоны, отличающаяся от других частей по температурному режиму и сезонному режиму увлажнения.

Почвенная провинция — часть почвенной фацции, отличающаяся теми же признаками, что и фацция, но при более дробном подходе.

Почвенный округ — выделяется в пределах провинции по особенностям почвенного покрова, обусловленным характером рельефа и почвообразующих пород.

Почвенный район — часть почвенного округа, характеризующаяся однотипной структурой почвенного покрова, т.е. закономерным чередованием тех же сочетаний и комплексов почв.

Вертикальная почвенная структура — ареал распространения четко определенного рода вертикальных почвенных зон, обусловленного положением горной страны или ее части в системе биоклиматической области и главными особенностями ее общей орографии.

Горная почвенная провинция аналогична почвенной зоне на равнине. Значение остальных таксонометрических единиц одинаково для равнинных и горных территорий.

Опорными единицами почвенно-географического районирования на равнинных территориях являются почвенные зоны, а в горах — горные почвенные провинции.

Почвенно-географическое районирование территории Республики Беларусь

Территория Республики Беларусь расположена в бореальном (умеренно холодном) поясе, входит в Центральную таежно-лесную область, подзону дерново-подзолистых почв южной тайги.

На основе новых сведений о почвах с 1974 г. территория Беларуси поделена на три почвенные провинции, которые резко отличаются между собой по рельефу, температурному режиму, характеру почвенного покрова (Н.И. Смян, И.Н. Соловей):

- I. Северную (Прибалтийскую);
- II. Центральную (Белорусскую);
- III. Южную (Полесскую).

Они различаются по степени проявления эрозии и заболачивания и по ряду факторов, определяющих перспективные возможности развития различных отраслей сельского хозяйства, каждая из них занимает обширную территорию, их границы тянутся в широтных направлениях.

В свою очередь провинция делится почвенно-климатические округа и агропочвенные районы и под районы. Наименование подрайонов устанавливали их географическому положению с указанием населенных пунктов и преобладающих почв и их сочетаний.

Классификация почв

Классификацией почв называется объединение почв в группы по их важнейшим свойствам, происхождению и особенностям плодородия.

Система таксономических единиц

Таксономические единицы в почвоведении (таксоны) — это последовательно соподчиненные систематические категории, отражающие объективно существующие группы почв в природе. Они показывают место или ранг почвы в системе и характеризуют точность их определения (от греч. taxis — строй, порядок, лат. lakso — оцениваю и potos — закон).

Тип почвы — группа почв, развивающихся в однотипно сопряженных биологических, климатических, гидрологических условиях и характеризующихся ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами.

Подтипы почв выделяются в пределах типа и представляют собой группы почв, качественно различающиеся по проявлению основного или налагающихся процессов, обусловленных различием в составе почвообразующих пород, гидрологическом режиме, изменением основного признака почв (дерновые типичные, дерновые оподзоленные и др.). С учетом суммы активных температур (> 10 °С) на глубине 20 см и продолжительности периода отрицательных температур на той же глубине выделяют фациальные подтипы: теплые, умеренные, холодные и т.д.

Роды выделяются в пределах подтипа и показывают влияние местных условий (химизма и режима грунтовых вод, состава почвообразующих пород) на качественные генетические особенности почв: карбонатность, ожелезнение, реликтовые признаки и т.д.

Виды в пределах рода характеризуют различия в свойствах и строении почв, связанные с особенностями протекания основного почвообразовательного процесса, характером антропогенного воздействия: слабоподзолистые, слабоэродированные, окультуренные.

Разновидности почв определяются по гранулометрическому составу верхних горизонтов и почвообразующих пород: суглинистые, супесчаные и др.

Разряды характеризуют генетические свойства почвообразующих пород: моренные, покровные, флювиогляциальные и другие отложения.

Классификация и систематика почв Беларуси НОМЕНКЛАТУРНЫЙ СПИСОК ПОЧВ (схема, Н.И. Смян и др.)

ТИП 1. ДЕРНОВО-КАРБОНАТНЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Дерново-карбонатные типичные
4. Дерново-карбонатные выщелоченные
5. Дерново-карбонатные оподзоленные

ТИП 2. БУРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИП: 1. Бурые лесные остаточно карбонатные

ТИП 3. ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИП: 1. Собственно подзолистые

ТИП 4. ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Дерново-палево-подзолистые
5. Дерново-подзолистые (белесые)
6. Дерново-подзолистые эродированные
7. Дерново-подзолистые окультуренные

ТИП 5. ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ЗАБОЛОЧЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные
5. Дерново-подзолистые грунтово-оглеенные
6. Дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные осушенные
7. Дерново-подзолистые грунтово-оглеенные осушенные

ТИП 6. БОЛОТНО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Торфянисто-подзолисто-глеевые
2. Торфянисто-подзолисто-глеевые осушенные

ТИП 7. ДЕРНОВЫЕ ЗАБОЛОЧЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Дерново-поверхностно-глееватые
7. Дерново-перегнойно-поверхностно-глеевые
8. Дерново-грунтово-глееватые
9. Дерново-(перегнойно)-грунтово-глеевые
10. Дерново-поверхностно-глееватые, глеевые осушенные
11. Дерново-грунтово-глееватые, глеевые осушенные

ТИП 8. ТОРФЯНО-БОЛОТНЫЕ НИЗИННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Болотные низинные торфяно-глеевые
5. Болотные низинные торфяные
6. Торфяно-глеевые низинные осушенные
7. Торфяные низинные осушенные

ТИП 9. ТОРФЯНО-БОЛОТНЫЕ ВЕРХОВЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Болотные верховые торфяно-глеевые
5. Болотные верховые торфяные
6. Торфяно-глеевые верховые осушенные
7. Торфяные верховые осушенные

ТИП 10. АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ (ПОЙМЕННЫЕ) ДЕРНОВЫЕ, ДЕРНОВЫЕ ЗАБОЛОЧЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Аллювиальные неразвитые
7. Аллювиальные дерновые оподзоленные
8. Аллювиальные дерновые (оподзоленные) слабоглееватые
9. Аллювиальные дерново-глееватые
10. Аллювиальные дерново-глеевые
11. Аллювиальные дерново-глееватые и глеевые осушенные

ТИП 11. АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ СТАРОПОЙМЕННЫЕ (ПАЛЕОПОЙМЕННЫЕ) ДЕРНОВЫЕ, ДЕРНОВЫЕ ЗАБОЛОЧЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Аллювиальные старопойменные дерновые оподзоленные
5. Аллювиальные старопойменные дерновые (оподзоленные) слабоглееватые
6. Аллювиальные старопойменные дерново-глееватые
7. Аллювиальные старопойменные дерново-глеевые

ТИП 12. АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ БОЛОТНЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Аллювиальные болотные иловато-перещойно-глеевые
7. Аллювиальные болотные иловато-торфяно-глеевые
8. Аллювиальные болотные иловато-торфяные
9. Аллювиальные иловато-перегнойно-глеевые осушенные
10. Аллювиальные иловато-торфяно-глеевые осушенные
11. Аллювиальные иловато-торфяные осушенные

ТИП 13. АНТРОПОГЕННЫЕ ПОЧВЫ

- ПОДТИПЫ: 1. Рекультивированные
6. Антропогенно-деградированные
7. Антропогенно-нарушенные
8. Антропогенно-засоленные
9. Вторично заболоченные

Бонитировка почвы
Агропроизводственная группировка почв

Агропроизводственная группировка почв — объединение видов и разновидностей почв по общности агротехнических показателей, уровню плодородия, однотипности характера использования.

При объединении почв в агрогруппы учитывается близость их по генезису, гранулометрическому составу, почвообразующим и подстилающим породам, типу водного режима, агрохимических и агрофизических показателей, степени эродированности и завалуненности, однородности почвенных контуров, их конфигурации и величине, однотипности агротехнических мероприятий для отдельных сельскохозяйственных культур и мероприятий по повышению плодородия.

В настоящее время выделено 30 агрогрупп.

Бонитировка почв — интегральный показатель плодородия почв, сравнительная оценка качества почв по их производительной способности, специализированная генетико-производственная классификация почв, плодородие которых выражается в баллах, а бонитет почвы — показатель ее продуктивности, доброкачественности.

Бонитировка почв — составная часть земельного кадастра, задачей которого является государственная система изучения, оценки, учета и распределения земельного фонда страны, рационального использования и охраны.

Каждая сельскохозяйственная культура по-разному реагирует на комплекс свойств почвы, выраженных баллом бонитета.

Отмечается наиболее тесная связь урожайности растений с гранулометрическим составом почвообразующих и подстилающих пород и степенью переувлажнения почвы.

Материалы о качестве почв являются основой научного земледелия, они необходимы при землеустройстве, оценке производственной деятельности хозяйств, определении структуры посевных площадей, при введении земельного кадастра и др. С этой целью проводятся группировка и бонитировка почв.

Оценку плодородия земли по ряду качественных показателей называют бонитировкой, а показатель — ее бонитетом.

За эталон принимается дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая почва, содержащая 2 % гумуса.

Ее оценка — 50 баллов.

При помощи поправочных коэффициентов

на эродированность, каменистость, завалуненность, закустаренность, контурность, на климатические условия, определяется бонитет почвы.

Лекция 9. Почвы пойм и дельт рек

1. Образование речной долины	136
2. Строение речной долины	137
3. Условия почвообразования и генезис	140
4. Классификация, свойства и сельскохозяйственное использование	141
Краткий конспект Лекции 9	143

1. Образование речной долины

Речные поймы являются продуктом деятельности самой реки.

Под руслоформирующей деятельностью реки подразумеваются горизонтальные русловые деформации, то есть блуждания речного русла по дну долины.

Реки - это не каналы, они не текут строго по линейке. Большая часть рек образует излучины.

Горизонтальные русловые деформации осуществляются за счет размыва одних берегов реки и намыва материала на противоположных. На меандрирующих реках размываются вогнутые и намываются выпуклые берега излучин, что приводит к искривлению и спрямлению последних.

Скорость размыва берегов зависит от прочности горных пород, в которых выработаны долины.

В породах, легко поддающихся размыву (песках, супесях, галечниках), русловые деформации протекают свободно - им ничто не препятствует, поэтому берега крупных рек могут размываться со скоростью 5-15 м/год или еще быстрее.

На реках, протекающих в трудноразмываемых породах, независимо от их размеров скорости размыва берегов резко снижаются. Так, в глинах они падают до 1-2 м/год, в известняках, доломитах, гранитах - до первых сантиметров в год или менее.

Одновременно более заметными становятся вертикальные деформации, выражающиеся во врезании речных русел. Поэтому такие реки, чаще всего распространенные в горах, имеют узкие врезанные долины.

Реки производят огромную денудационную и аккумулятивную работу, существенно преобразуя рельеф.

Питание рек бывает: снеговое, ледниковое, дождевое, смешанное, за счет подземных вод.

Для каждой реки в течение года характерно чередование периодов высокого и низкого уровня воды.

Состояние низкого уровня называется **меженью**, а высокого – **паводком** или **половодьем**. Движение воды в реках всегда турбулентное (беспорядочное, вихревое). В поперечном сечении потока максимальные скорости наблюдаются в наиболее глубокой части потока – стержне, меньше – у берегов.

В образовании речных долин главная роль принадлежит эрозии. Различают эрозию **донную**, или глубинную, направленную на врезание потока в породы, слагающие дно русла, и **боковую**, ведущую к подмыву берегов и, в целом, к расширению долины. Соотношение глубинной и боковой эрозии меняется на разных стадиях развития долины.

В начальных стадиях преобладает глубинная эрозия, когда водный поток стремится выработать свой продольный профиль, который характеризуется значительными неровностями.

Река стремится сгладить эти неровности применительно к уровню моря или озера, в которые впадает река. Уровень бассейна, куда впадает река, определяет глубину эрозии речного водного потока и называется базисом эрозии. Он является общим для всей речной системы. Постепенно в нижнем течении реки уклон продольного профиля уменьшается, приближаясь к горизонтальной линии, уменьшается скорость течения и, следовательно, затухает глубинная эрозия.

Одновременно с эрозией реки при своем движении захватывают продукты разрушения (при выветривании или эрозии) горных пород и переносят их волочением по дну, во взвешенном состоянии, и в растворенном виде. Влекомые по дну и взвешенные частицы принято называть **твердым стоком рек**.

Грубый обломочный материал усиливает донную эрозию, но и сам измельчается, истирается и окатывается, образуя гальку, гравий, песок.

Одновременно с эрозией и переносом происходит и отложение обломочного материала. Уже на первых стадиях развития реки при явном преобладании процессов эрозии и переноса на отдельных участках частично откладывается обломочный материал.

Отложения, накапливающиеся в речных долинах в результате деятельности водного потока, называются **аллювиальными отложениями** или **аллювием**.

2.Строение речной долины.

В развитии речной долины намечается определенная направленность и последовательность – переход от одной стадии к другой и цикличность.

Первая стадия, для которой характерно преобладание глубинной эрозии и каньонообразный, или V – образный, поперечный профиль долины, называется **стадией морфологической молодости**.

Вторая стадия называется **морфологической зрелостью**.

Ей соответствует выработанный продольный профиль реки, приближающийся к кривой равновесия, и широкий плоскодонный U – образный поперечный профиль долины с хорошо развитой поймой.

При несущественных изменениях климата и тектонических движений земной коры совместное действие смежных рек (с системой протоков) и склонового смыва приводит к понижению и выравниванию рельефа. Так возникает выровненная поверхность суши, то есть почти равнина: волнистая или холмистая, иногда с отдельными возвышенностями – останцами, сложенными очень твердыми породами.

Известно, что эпохи слабого проявления тектонических движений, когда происходит выравнивание рельефа, сменяются эпохами относительно быстрых поднятий и опусканий земной коры.

На месте плоскодонных долин появляются молодые эрозионные врезы V – образного типа. Происходит как бы «омоложение» речной долины. Река вновь начинает вырабатывать продольный профиль применительно к новым соотношениям с базисом эрозии.

В результате в реке формируется новая пойма на более низком гипсометрическом уровне. Прежняя пойма останется у коренного склона долины в виде площадки, сочленяющейся с новой поймой уступом и не заливаемой тальми водами.

Последующее оживление тектонических движений вновь вызовет врезание потока в коренные породы и формирование плоской долины на еще более низком уровне.

Таким образом, в речных долинах образуется лестница террас, возвышающихся друг над другом. Они называются **надпойменными террасами**.

Самая высокая терраса является наиболее древней, а низкая – самой молодой.

Нумеруются террасы снизу, от более молодой.

У каждой террасы различают следующие элементы:

террасовидную площадку, уступ или склон, бровку террасы, тыловой шов, где терраса сочленяется со следующей террасой или с коренным склоном.

В основании аллювиальных отложений каждой террасы всегда располагается цоколь, сложенный коренными горными породами. В зависимости от высотного положения цоколя и мощности аллювия выделяются три типа террас.

А- эрозионные или скульптурные;

Б- аккумулятивные;

В- цокольные.

Эрозионные террасы (размыва), в которых почти вся террасовидная площадка и уступ слагаются коренными породами, и лишь местами на поверхности сохраняется аллювий. Они образуются в молодых горных сооружениях в результате интенсивных тектонических движений.

Аккумулятивные террасы, в которых площадка и уступ полностью сложены аллювиальными отложениями, а цоколь из коренных пород всегда ниже уровня реки и никогда не обнажается. Они образуются в пределах низменных платформенных равнин, в межгорных и предгорных впадинах.

Цокольные или **смешанные**, эрозионно-аккумулятивные террасы характеризуются тем, что в нижней части уступа выходит на поверхность цоколь, а верхняя часть уступа и площадка сложены аллювием. Они образуются в переходных зонах от поднятий к погружениям, реже к равнинам.

Обычно в поймах выделяют три зоны:

приустьевую приподнятую; центральную выровненную и притеррасную наиболее низкую часть.

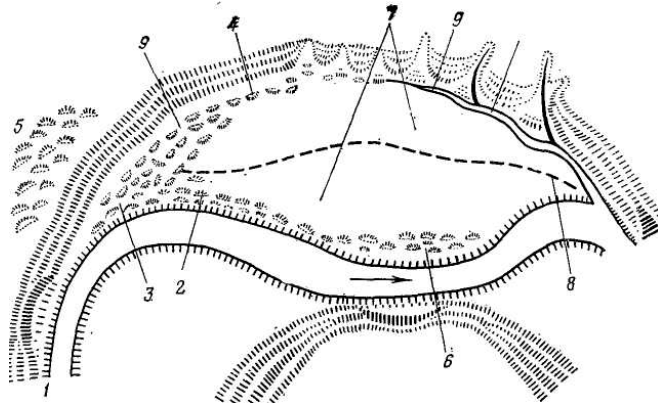


Схема строения поймы (по В. Р. Вильямсу):

1 — бечевник; 2 — приустьевые дюны; 3 — область наибольшего скопления песков; 4 — притеррасные дюны; 5 — притеррасные вздутые пески; 6 — приустьевая пойма; 7 — центральная пойма; 8 — водоток (талвег) центральной поймы; 9 — притеррасная пойма; 10 — притеррасная речка.

Рельеф. Приустьевая пойма имеет обычно волнистый рельеф с резко выраженными песчаными валами и высокими гривами.

Приустьевая зона имеет ширину у малых рек 20—50 м, у крупных — несколько километров. В ней в половодье создается наибольшая скорость потока воды, поэтому здесь откладывается самый грубый галечниково-песчаный аллювий, который при последующих паводках размывается, передвигается, образуя повышенные места — «гривы» и пониженные — «лога».

Вследствие ежегодного обновления наносов процессы почвообразования в приустьевой пойме развиваются медленно, травостой отличается бедностью на «гривах» и богатством на логах.

При переходе от приустьевой к центральной пойме движение воды замедляется, откладывается аллювий с более высоким содержанием пыли и ила, с богатой флорой бактерий, которые после спада воды оседают на поверхности почвы. При высыхании этот осадок расслаивается на горизонтальные слои и растрескивается на комки размером 2—3 мм.

Так образуется «зернистая» пойма, на которой господствует богатый травостой, в котором преобладают тимopheевка, лисохвост, костер безостый, овсяница, пырей, клевер, вика и другие травы. При более бурном снеготаянии в безлесных пространствах разливы рек несут в центральную пойму более грубый бесструктурный материал в виде пыли и откладывают его на поверхности зернистой поймы. Так образуется слоистая пойма. Рельеф такой поймы бугристый, но наиболее богатая растительность распространяется между буграми наиболее бедная — на буграх и понижениях.

Характерная черта ландшафта центральной поймы — старицы рек, вытянутые вдоль русла озера, заросшие по берегам кустами ивы, а иногда и окруженные крупными деревьями.

Притеррасная пойма занимает самое низкое положение по отношению к центральной пойме территорию, ила наносится меньше, пойма обильно питается стекающими со склонов водами и выступающими на поверхность грунтовыми водами. Поэтому почвы здесь заболочены, нередко образуются топи, в которых накапливаются богатые залежи торфа.

Растительность пойм чрезвычайно разнообразна. Здесь господствуют луговые разнотравно-злаковые группировки. Наиболее богатый и ценный травостой на центральной пойме. В травостое здесь преобладают костер безостый, тимopheевка, лисохвост, овсяница луговая, пырей ползучий, мятлику луговой, бекмания, канареечник, чина луговая, клевера, вики, герань луговая, конский щавель, лютики, синюха и другие травы.

При этом в зависимости от условий местообитания в центральной пойме хорошо выделяются отдельные ассоциации: заросли канареечника и бекмании, участки, занятые пыреем, лисохвостом и т. п. На повышенных элементах рельефа центральной поймы (гривы) травостой беднее.

Прирусловая пойма характеризуется довольно неоднородным и более бедным травостоем. Здесь выделяются луга трех уровней (по В. Р. Вильямсу) — высокого, среднего и низкого. Луга высокого уровня занимают высокие части грив и наименее продуктивны. Широкие лога заняты лугами низкого уровня. В логах создаются хорошие условия увлажнения и пищевого режима и развиваются пырей, кострец без-остый, мятлик луговой, клевер, лядвенец и обильное разнотравье.

На склонах грив расположены луга среднего уровня, состав травостоя которых и продуктивность улучшаются по мере приближения к логам.

Сильнозаболоченные участки в центральной и притеррасной пойме заняты щучкой, осоками, канареечником, мхами и другой болотной растительностью.

Продуктивность пойменных лугов зависит от условий увлажнения и особенностей использования. Наиболее продуктивны луга центральной поймы, где при правильной эксплуатации урожай сена достигает 30—40 ц и более с 1 га.

В пойме произрастают и древесные растения, состав которых определяется природными особенностями зоны.

В зависимости от местных условий отдельные области поймы могут быть слабо выражены или отсутствовать. Например, в долинах горных рек с быстрым течением поймы представлены преимущественно прирусловой областью; в мелких маловодных степных реках с медленным течением более развита притеррасная пойма.

В поймах малых рек деление на зоны выражено слабо, иногда пойма таких рек представляет собой заторфованное понижение, вплотную примыкающее к руслу реки. В горных областях поймы представлены в основном прирусловой частью, на равнинах более развита притеррасная пойма.

Устьевые части рек.

Различают два типа устьев рек – дельты и эстуарии.

Дельты – это плоские низменные равнины, полого наклоненные в сторону моря, часто имеющие форму, близкую к треугольной. В их пределах река распадается на многочисленные радиально расходящиеся рукава и потоки, образуя аллювиально-дельтовые равнины. Река, впадая в моря и озера, приносит с собой большое количество обломочного материала, как влекомого по дну, так и во взвешенном состоянии. Часть его уносится в море, значительная же часть оседает в прибрежной зоне, образуя подводный конус выноса.

Постепенно нарастая в сторону моря, в ширину и высоту, он начинает выступать на поверхности в виде выдающегося в море широкого конуса (дельты) с вершиной, обращенной к реке.

Дельты образуются при относительно небольшой глубине моря, обилии обломочного материала, отсутствии приливов и отливов и сильных вдольбереговых течений и сравнительно медленных колебательных тектонических движений.

В речных дельтах встречаются различные по своему составу и генезису отложения:

1. аллювиальные отложения русловых потоков (на равнинах – пески и глины, более грубый материал – в горах);
2. озерные отложения, в отшнурованных руслах (глинистые осадки, богатые органическим веществом);
3. болотистые отложения (торфяники, на месте зарастающих озер);
4. морские осадки.

Эстуарии – воронкообразные заливы, глубоко вдающиеся в долину реки. Они хорошо выражены у Сены, Эльбы, Темзы и других рек.

Для образования эстуариев благоприятны условия там, где наблюдаются приливы и отливы, вдольбереговые течения и прогибание земной коры.

Во время приливов море далеко вдается в устьевые части рек, а во время отливов морская вода вместе с речной образуют мощный поток, движущийся со значительной скоростью. При этом об-

ломочный материал, принесенный рекой, выносится в море, где подхватывается береговыми течениями.

С эстуариями по форме сходны **лиманы** – расширенные устья рек, затопленные водами моря, не имеющие приливов и отливов, и превращенные в заливы.

3. Условия почвообразования и генезис

Как уже отмечалось, пойма – это часть территории речной долины, периодически заливаемая полыми водами рек. Практически все реки имеют поймы. Наиболее широко представлены в Гомельской, Брестской и Могилевской областях, где соответственно занимают 11,2, 5,2, 6,2%. Наиболее обширные поймы расположены в долинах рек Днепра, Припяти, Березины, Сожа и их притоков.

Главная особенность почвообразования в поймах рек — развитие поемных и аллювиальных процессов.

Под поемными процессами понимают затопление той или иной территории поймы полыми водами. Они оказывают разностороннее влияние на почвообразование. Это ежегодное природное орошение — важный дополнительный к атмосферному и грунтовому источник увлажнения почв.

Кроме того, затопление сопровождается отложением на поверхности более или менее значительного слоя ила (наилка). Поемность способствует поднятию грунтовых вод, смягчает климат, влияет на направление и интенсивность микробиологических процессов в почве, а также на характер природной растительности и ее продуктивность, на солевой режим почв и почвенно-грунтовых вод.

Поемные процессы оказывают исключительное влияние на направление и особенности сельскохозяйственного использования пойменных земель.

Поймы являются областью регулярной аккумуляции различных элементов, которые систематически приносятся с водоразделов и склонов водосбора в виде аллювиальных отложений, а также в составе растворенных веществ с грунтовыми и паводковыми водами.

Отложение паводковыми водами взмученного материала и переотложение его в виде слоя наилка, или аллювия, называется *аллювиальным процессом*. Интенсивность поемного и аллювиального процессов зависит от характера и формы рельефа и строения речных долин, площади водосбора, быстроты снеготаяния, состава геологических отложений, где протекает река.

Во всех случаях значительная часть материала, приносимого с полыми водами, выносится к устью, формируя обширные плоские пониженные равнины с уклоном в сторону моря — дельты, на обширных территориях которых русло разветвляется на множество притоков.

В дельтах накапливаются огромные массы аллювия, которые постоянно мигрируют, перемещаясь при этом на значительные расстояния. Дельтовый аллювий представляет собой продукт разрушения почв речного бассейна, обогащенный органическим веществом, элементами питания, микроорганизмами.

На формирование почв в дельтовых поймах, наряду с полыми водами, существенное влияние оказывают воды океана, моря озера, в которые впадает река. В связи с этим широкое распространение здесь получили болотные (гидроморфные) засоленные почвы. Почвообразующие породы в дельтах представлены аллювиальными, органогенными, морскими, озерными отложениями.

Почвообразование в поймах и дельтах рек происходит за счет подвижных продуктов выветривания и почвообразования, поступающих со всей площади водосбора реки в пойму; за счет аккумуляции в аллювиальных наносах глинистых минералов, гумуса, химических соединений различной степени растворимости при постоянном омолаживании почвы в результате притока свежееотложенного аллювия, сопровождаемого ростом мощности почвы; при постоянном участии грунтовых вод и уравновешенном тепловом режиме за счет высокой обводненности; при преобладании окислительной обстановки и высокой биогенности среды в основной части поймы; при гидроморфизме почвообразования, при проточном водном режиме в прирусловой и центральной зонах поймы.

В соответствии с этими особенностями и в связи с разнокачественным аллювием, различным его возрастом, миграцией разных частей поймы, разнообразием природной растительности почвенный покров речных пойм очень сложный и пестрый.

4. Классификация, свойства и сельскохозяйственное использование.

В Республике Беларусь выделяют три типа аллювиальных пойменных почв:

- 1 — аллювиальные дерновые (пойменные) и дерновые заболоченные;
- 2 — аллювиальные болотные почвы;
- 3 — аллювиальные старопойменные (палеопойменные) дерновые и дерново-заболоченные.

I. Аллювиальные дерновые (пойменные) и дерновые заболоченные почвы

Почвы этого типа распространены наиболее широко. Они занимают около 647 тыс. га, или 60,6% всех пойменных почв Беларуси. Приурочены главным образом к прирусловой и частично к центральным зонам поймы.

II. Аллювиальные болотные почвы

Аллювиальные болотные почвы формируются в притеррасной, а также в депрессиях рельефа центральной поймы. В естественном состоянии обычно заняты влаголюбивой (болотной) травянистой растительностью: камыш, осоки, канареечник, стрелолист и др. Водное питание осуществляется за счет залегающих близко от поверхности жестких грунтовых вод.

В связи с этим часто некоторые горизонты, а иногда и весь профиль сильно насыщены карбонатами, железом, реже вивианитом, которые могут присутствовать в виде новообразований в массе торфа или же формировать отдельные прослойки и горизонты.

III. Аллювиальные старопойменные дерновые и дерновые заболоченные почвы

Эти почвы формируются на первых надпойменных террасах грибовидных возвышенностях центральной поймы, т.е. на территориях, уже длительное время не подвергающихся поемным процессам или же затапливаемым только в годы с очень высоким уровнем полых вод — раз в 20—30 лет.

В зависимости от времени выхода территории из процесса поемности, состава аллювия, глубины залегания грунтовых вод наличия реликтовых признаков гидроморфизма, состава произрастающей растительности в период поемности и особенностей современного хозяйственного использования старопойменные почвы существенно различаются как морфологически, так и по плодородию. Следует отметить, что почвенный покров пойм, как действующих, так и вышедших из режима поемности, отличается высокой сложностью и контрастностью, и существующая классификация и диагностика требуют дальнейшего совершенствования.

Сельскохозяйственное использование пойменных земель

Потенциальное плодородие пойменных почв изменяется от прирусловой части поймы к центральной и притеррасной; в этом направлении в почвах увеличивается общий запас органического вещества и содержание общего азота, растет сумма обменных оснований. Лучшими являются незаболоченные и незасоленные почвы зернистой поймы. Такие почвы имеют большой гумусовый горизонт, значительный общий запас органического вещества (до 350—550 т на 1 га) и высокое содержание элементов питания, обладают благоприятными агрохимическими свойствами.

При распашке почв зернистой поймы в них резко возрастает микробиологическая активность, заметно увеличивается содержание доступных растениям форм азота и фосфора. Высокое плодородие зернистых почв поймы, а также возможности орошения создают благоприятные условия для возделывания здесь высокотребовательных и экономически выгодных культур — овощных, сахарной свеклы, конопли, плодово-ягодных.

При выращивании овощных культур существенно изменяется баланс биологического круговорота элементов питания, поскольку с урожаем отчуждается большое количество питательных веществ. Поэтому для поддержания плодородия пойменных почв и получения высоких урожаев овощных культур большое значение имеет внесение калийных и азотных удобрений. На кислых почвах с высоким содержанием подвижного железа необходимы также и фосфорные удобрения.

Малогумусированные песчаные и супесчаные почвы слоистой прирусловой поймы обладают низким естественным плодородием и, как правило, распашке не подлежат.

Когда такие почвы все же распахиваются из-за отсутствия других участков, более пригодных под овощные культуры, должны быть приняты меры против смыва почвы полыми водами (обвалование, создание защитных древесно-кустарниковых насаждений); на этих почвах необходимо также широко применять удобрения, особенно органические.

Заболоченные и болотные почвы поймы требуют коренных мелиорации и после их осушения становятся ценными сельскохозяйственными угодьями для выращивания овощных, силосных и других культур.

Для активизации микробиологических процессов и мобилизации элементов питания, законсервированных в органическом веществе торфа таких почв, целесообразно в первые годы освоения вносить в небольших дозах биологически активные органические удобрения. Хорошие результаты на таких почвах дают калийные и медные удобрения.

При возделывании овощных культур на осушенных притеррасных участках следует учитывать возможность поздневесенних и раннеосенних заморозков и подбирать холодоустойчивые культуры (капуста, морковь, свекла) с более коротким вегетационным периодом.

Богатый торф низинных притеррасных болот — ценный источник органических удобрений.

Пойменные территории являются важнейшей кормовой базой животноводства. Для повышения производительности пойменных сенокосов необходимы мелиоративные и агротехнические мероприятия: осушение заболоченных участков, удаление кустарника и кочек, подсев трав, внесение удобрений, регулирование пастбы скота.

Для сельскохозяйственной оценки весенней поемности В. И. Шраг предложил следующую градацию.

Короткая поемность — срок стояния полых вод до 7 дней. Позволяет возделывать большинство культур, принятых для данной зоны.

Средняя поемность — со стоянием, воды от 7 до 15 дней. Исключает озимые культуры. Благоприятна для естественных и сеяных трав и большинства плодовых насаждений.

Продолжительная поемность — от 15 до 30 дней. Исключает полевые сельскохозяйственные культуры и плодовые. Благоприятна не для всех трав.

Очень продолжительная поемность — со стоянием полых вод более 30 дней. Способствует заболачиванию территории и развитию болотных травянистых группировок.

Для регулирования поемности необходимо проводить обвалование участков, предназначенных под сельскохозяйственные культуры.

Наиболее ценными в сельскохозяйственном производстве являются старопойменные почвы с признаками временного избыточного увлажнения. В целом они отличаются высоким естественным плодородием и используются как сенокосные и пахотные угодья.

Сельскохозяйственное использование пойменных почв разнообразно, зависит от потенциального плодородия, изменяющегося от почв русловой зоны к притеррасной. Лучшими являются заболоченные и незаселенные почвы зернистой поймы, высокое плодородие которых и возможности орошения создают благоприятные условия для самых требовательных овощных культур, плодовых, сахарной свеклы, кукурузы.

Краткий конспект Лекции 9

Образование речной долины

Речные поймы являются продуктом деятельности самой реки.

Горизонтальные русловые деформации осуществляются за счет размыва одних берегов реки и намыва материала на противоположных. На меандрирующих реках размываются вогнутые и намываются выпуклые берега излучин, что приводит к искривлению и спрямлению последних.

Скорость размыва берегов зависит от прочности горных пород, в которых выработаны долины.

В породах, легко поддающихся размыву (песках, супесях, галечниках), русловые деформации протекают свободно - им ничто не препятствует, поэтому берега крупных рек могут размываться со скоростью 5-15 м/год или еще быстрее.

Для каждой реки в течение года характерно чередование периодов высокого и низкого уровня воды.

Состояние низкого уровня называется **меженью**, а высокого – **паводком** или **половодьем**. Движение воды в реках всегда турбулентное (беспорядочное, вихревое). В поперечном сечении потока максимальные скорости наблюдаются в наиболее глубокой части потока – стержне, меньше – у берегов.

В образовании речных долин главная роль принадлежит эрозии. Различают эрозию **донную**, или глубинную, направленную на врезание потока в породы, слагающие дно русла,

и **боковую**, ведущую к подмыву берегов и, в целом, к расширению долины. Соотношение глубинной и боковой эрозии меняется на разных стадиях развития долины.

Отложения, накапливающиеся в речных долинах в результате деятельности водного потока, называются **аллювиальными отложениями** или **аллювием**.

Строение речной долины.

В развитии речной долины намечается определенная направленность и последовательность – переход от одной стадии к другой и цикличность.

Первая стадия, для которой характерно преобладание глубинной эрозии и каньонообразный, или V – образный, поперечный профиль долины, называется **стадией морфологической молодости**.

Вторая стадия называется **морфологической зрелостью**.

Ей соответствует выработанный продольный профиль реки, приближающийся к кривой равновесия, и широкий плоскодонный U – образный поперечный профиль долины с хорошо развитой поймой.

Известно, что эпохи слабого проявления тектонических движений, когда происходит выравнивание рельефа, сменяются эпохами относительно быстрых поднятий и опусканий земной коры.

На месте плоскодонных долин появляются молодые эрозионные врезы V – образного типа. Происходит как бы «омоложение» речной долины. Река вновь начинает вырабатывать продольный профиль применительно к новым соотношениям с базисом эрозии.

Таким образом, в речных долинах образуется лестница террас, возвышающихся друг над другом. Они называются **надпойменными террасами**.

Самая высокая терраса является наиболее древней, а низкая – самой молодой.

Нумеруются террасы снизу, от более молодой.

Обычно в поймах выделяют три зоны:

прирусловую приподнятую; центральную выровненную и притеррасную наиболее низкую часть.

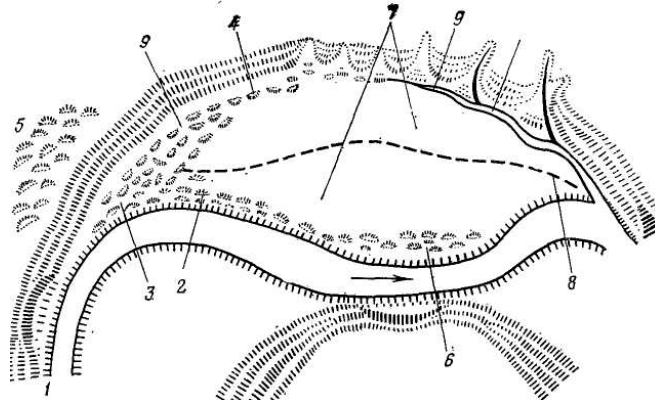


Схема строения поймы (по В. Р. Вильямсу):

- 1 — бечевник; 2 — прирусловые дюны; 3 — область наибольшего скопления песков; 4 — притеррасные дюны; 5 — притеррасные вздутые пески; 6 — прирусовая пойма; 7 — центральная пойма; 8 — водоток (талвег) центральной поймы; 9 — притеррасная пойма; 10 — притеррасная речка.

Рельеф. Прирусловая пойма имеет обычно волнистый рельеф с резко выраженными песчаными валами и высокими гривами.

Прирусловая зона имеет ширину у малых рек 20—50 м, у крупных — несколько километров. В ней в половодье создается наибольшая скорость потока воды, поэтому здесь откладывается самый грубый галечниково-песчаный аллювий, который при последующих паводках размывается, передвигается, образуя повышенные места — «гривы» и пониженные — «лога».

Характерная черта ландшафта центральной поймы — старицы рек, вытянутые вдоль русла озера, заросшие по берегам кустами ивы, а иногда и окруженные крупными деревьями.

Притеррасная пойма занимает самое низкое положение по отношению к центральной пойме территории, ила наносится меньше, пойма обильно питается стекающими со склонов водами и выступающими на поверхность грунтовыми водами. Поэтому почвы здесь заболочены, нередко образуются топи, в которых накапливаются богатые залежи торфа.

Растительность пойм чрезвычайно разнообразна. Здесь господствуют луговые разнотравно-злаковые группировки. Наиболее богатый и ценный травостой на центральной пойме. В травостое здесь преобладают костер безостый, тимофеевка, лисохвост, овсяница луговая, пырей ползучий, мятлик луговой, бекмания, канареечник, чина луговая, клевера, вики, герань луговая, конский щавель, лютики, синюха и другие травы.

При этом в зависимости от условий местообитания в центральной пойме хорошо выделяются отдельные ассоциации: заросли канареечника и бекмании, участки, занятые пыреем, лисохвостом и т. п. На повышенных элементах рельефа центральной поймы (гривы) травостой беднее.

Прирусловая пойма характеризуется довольно неоднородным и более бедным травостоем. Здесь выделяются луга трех уровней (по В. Р. Вильямсу) — высокого, среднего и низкого. Луга высокого уровня занимают высокие части грив и наименее продуктивны. Широкие луга заняты лугами низкого уровня. В логах создаются хорошие условия увлажнения и пищевого режима и развиваются пырей, кострец без-остый, мятлик луговой, клевер, лядвенец и обильное разнотравье.

На склонах грив расположены луга среднего уровня, состав травостоя которых и продуктивность улучшаются по мере приближения к логам.

Сильнозаболоченные участки в центральной и притеррасной пойме заняты щучкой, осоками, канареечником, мхами и другой болотной растительностью.

Продуктивность пойменных лугов зависит от условий увлажнения и особенностей использования. Наиболее продуктивны луга центральной поймы, где при правильной эксплуатации урожай сена достигает 30—40 ц и более с 1 га.

В пойме произрастают и древесные растения, состав которых определяется природными особенностями зоны.

Устьевые части рек.

Различают два типа устьев рек — дельты и эстуарии.

Дельты — это плоские низменные равнины, полого наклоненные в сторону моря, часто имеющие форму, близкую к треугольной. В их пределах река распадается на многочисленные радиально расходящиеся рукава и потоки, образуя аллювиально-дельтовые равнины. Река, впадая в моря и озера, приносит с собой большое количество обломочного материала, как влекомого по дну, так и во взвешенном состоянии. Часть его уносится в море, значительная же часть оседает в прибрежной зоне, образуя подводный конус выноса.

Постепенно нарастая в сторону моря, в ширину и высоту, он начинает выступать на поверхности в виде выдающегося в море широкого конуса (дельты) с вершиной, обращенной к реке.

Дельты образуются при относительно небольшой глубине моря, обилии обломочного материала, отсутствии приливов и отливов и сильных вдольбереговых течений и сравнительно медленных колебательных тектонических движений.

Эстуарии — воронкообразные заливы, глубоко вдающиеся в долину реки. Они хорошо выражены у Сены, Эльбы, Темзы и других рек.

Для образования эстуариев благоприятны условия там, где наблюдаются приливы и отливы, вдольбереговые течения и прогибание земной коры.

Во время приливов море далеко вдается в устьевые части рек, а во время отливов морская вода вместе с речной образуют мощный поток, движущийся со значительной скоростью. При этом обломочный материал, принесенный рекой, выносится в море, где подхватывается береговыми течениями.

С эстуариями по форме сходны **лиманы** — расширенные устья рек, затопленные водами моря, не имеющие приливов и отливов, и превращенные в заливы.

Условия почвообразования и генезис

Главная особенность почвообразования в поймах рек — развитие поемных и аллювиальных процессов.

Под поемными процессами понимают затопление той или иной территории поймы полыми водами. Они оказывают разностороннее влияние на почвообразование. Это ежегодное природное орошение — важный дополнительный к атмосферному и грунтовому источник увлажнения почв.

Кроме того, затопление сопровождается отложением на поверхности более или менее значительного слоя ила (наилка). Поемность способствует поднятию грунтовых вод, смягчает климат, влияет на направление и интенсивность микробиологических процессов в почве, а также на характер природной растительности и ее продуктивность, на солевой режим почв и почвенно-грунтовых вод.

Отложение паводковыми водами взмученного материала и переотложение его в виде слоя наилка, или аллювия, называется *аллювиальным процессом*. Интенсивность поемного и аллювиального процессов зависит от характера и фор-

мы рельефа и строения речных долин, площади водосбора, быстроты снеготаяния, состава геологических отложений, где протекает река.

Почвообразование в поймах и дельтах рек происходит за счет подвижных продуктов выветривания и почвообразования, поступающих со всей площади водосбора реки в пойму; за счет аккумуляции в аллювиальных наносах глинистых минералов, гумуса, химических соединений различной степени растворимости при постоянном омолаживании почвы в результате притока свежееотложенного аллювия, сопровождаемого ростом мощности почвы; при постоянном участии грунтовых вод и уравновешенном тепловом режиме за счет высокой обводненности; при преобладании окислительной обстановки и высокой биогенности среды в основной части поймы; при гидроморфизме почвообразования, при проточном водном режиме в прирусловой и центральной зонах поймы.

В соответствии с этими особенностями и в связи с разнокачественным аллювием, различным его возрастом, миграцией разных частей поймы, разнообразием природной растительности почвенный покров речных пойм очень сложный и пестрый.

Классификация, свойства и сельскохозяйственное использование.

В Республике Беларусь выделяют три типа аллювиальных пойменных почв:

- 1 — аллювиальные дерновые (пойменные) и дерновые заболоченные;
- 2 — аллювиальные болотные почвы;
- 3 — аллювиальные старопойменные (палеопойменные) дерновые и дерново-заболоченные.

I. Аллювиальные дерновые (пойменные) и дерновые заболоченные почвы

Почвы этого типа распространены наиболее широко. Они занимают около 647 тыс. га, или 60,6% всех пойменных почв Беларуси. Приурочены главным образом к прирусловой и частично к центральным зонам поймы.

II. Аллювиальные болотные почвы

Аллювиальные болотные почвы формируются в притеррасной, а также в депрессиях рельефа центральной поймы. В естественном состоянии обычно заняты влаголюбивой (болотной) травянистой растительностью: камыш, осоки, канареечник, стрелолист и др. Водное питание осуществляется за счет залегающих близко от поверхности жестких грунтовых вод.

В связи с этим часто некоторые горизонты, а иногда и весь профиль сильно насыщены карбонатами, железом, реже вивианитом, которые могут присутствовать в виде новообразований в массе торфа или же формировать отдельные прослойки и горизонты.

III. Аллювиальные старопойменные дерновые и дерновые заболоченные почвы

Эти почвы формируются на первых надпойменных террасах грядообразных возвышенностях центральной поймы, т.е. на территориях, уже длительное время не подвергающихся поемным процессам или же затопливаемым только в годы с очень высоким уровнем полых вод — раз в 20—30 лет.

В зависимости от времени выхода территории из процесса поемности, состава аллювия, глубины залегания грунтовых вод наличия реликтовых признаков гидроморфизма, состава произраставшей растительности в период поемности и особенностей современного хозяйственного использования старопойменные почвы существенно различаются как морфологически, так и по плодородию. Следует отметить, что почвенный покров пойм, как действующих, так и вышедших из режима поемности, отличается высокой сложностью и контрастностью, и существующая классификация и диагностика требуют дальнейшего совершенствования.

Сельскохозяйственное использование пойменных земель

Для сельскохозяйственной оценки весенней поемности В. И. Шраг предложил следующую градацию.

Короткая поемность — срок стояния полых вод до 7 дней. Позволяет возделывать большинство культур, принятых для данной зоны.

Средняя поемность — со стоянием, воды от 7 до 15 дней. Исключает озимые культуры. Благоприятна для естественных и сеяных трав и большинства плодовых насаждений.

Продолжительная поемность — от 15 до 30 дней. Исключает полевые сельскохозяйственные культуры и плодовые. Благоприятна не для всех трав.

Очень продолжительная поемность — со стоянием полых вод более 30 дней. Способствует заболачиванию территории и развитию болотных травянистых группировок.

Для регулирования поемности необходимо проводить обвалование участков, предназначенных под сельскохозяйственные культуры.

Наиболее ценными в сельскохозяйственном производстве являются старопойменные почвы с признаками временного избыточного увлажнения. В целом они отличаются высоким естественным плодородием и используются как сенокосные и пахотные угодья.

Сельскохозяйственное использование пойменных почв разнообразно, зависит от потенциального плодородия, изменяющегося от почв русловой зоны к притеррасной. Лучшими являются незаболоченные и незаселенные почвы зернистой поймы, высокое плодородие которых и возможности орошения создают благоприятные условия для самых требовательных овощных культур, плодово-ягодных, сахарной свеклы, кукурузы.

Лекция 10. Охрана почв и земель, их рациональное использование

1. Почвенный покров мира	146
1.1. Почвенный покров полярного пояса	146
1.2. Почвенный покров бореального пояса	146
1.3. Почвенный покров суббореального пояса	147
1.4. Почвенный покров субтропического пояса	147
1.5. Почвенный покров тропического пояса	147
2. Охрана почв и земель, их рациональное использование	150
2.1. Эрозия почв и меры борьбы по ее предотвращению	151
2.2. Другие факторы деградации почв	153
2.3. Почвенно-экологический мониторинг	155
Краткий конспект Лекции 10	157

1. Почвенный покров мира

1.1. Почвенный покров полярного пояса

Полярный пояс занимает 13% площади суши, более 2/3 его территории покрыто ледниками Антарктиды, Гренландии и других островов.

В Северном полушарии в пределах пояса выделяются две почвенные области:

Евразийская и Северо-Американская.

В Южном полушарии, в Антарктиде, имеются лишь совсем небольшие районы, свободные ото льда.

Почти на всей площади полярного пояса распространена многолетняя мерзлота.

В почвенном покрове полярного пояса различают арктическую и субарктическую зоны.

В арктической зоне, отличающейся очень суровым климатом, под куртинами растительности по морозобойным трещинам образуются арктические почвы. Они характеризуются укороченным профилем, отсутствием признаков оглеения, слабокислой или нейтральной реакцией, почти полной насыщенностью основаниями поглощающего комплекса.

В субарктической зоне с менее холодным и более влажным климатом под мохово-лишайниковой и мохово-кустарничковой растительностью на суглинисто-глинистых породах широко представлены тундровые глеевые почвы. Слабая испаряемость и неглубоко залегающая многолетняя мерзлота способствуют переувлажнению и оглеению профиля.

Тундровые глеевые почвы характеризуются подвижным фульватным гумусом и отличаются от арктических большей кислотностью и меньшей насыщенностью основаниями.

На обширных территориях полярного пояса распространены охота и оленеводство. Земледелие в тундре очаговое, преимущественно закрытого грунта, развивающееся близ городов и промышленных центров.

Тундровые почвы легко поддаются эрозии после нарушения растительного покрова. Поэтому актуальной проблемой, возникающей в связи с хозяйственным освоением Крайнего Севера, является охрана природы тундры.

1.2. Почвенный покров бореального пояса

Бореальный пояс включает 18% площади почвенного покрова земного шара и хорошо развит только в Северном полушарии.

Он охватывает обширные пространства в Северной Америке, Европе и Азии с умеренно холодным климатом, покрытые преимущественно таежными лесами.

Суммы температур воздуха более 10° С составляют 600—2200°, продолжительность вегетационного периода от 40 до 150 дней. Зимой почвы могут промерзать на срок до 5—8 месяцев и более.

На горные территории приходится 34% общей площади пояса. Почвенный покров сформирован главным образом на рыхлых сиаллитных отложениях четвертичного возраста.

В пределах бореального пояса выделяется несколько групп почвенных областей:

- 1) таежно-лесные континентальные с преобладанием подзолистых и болотно-подзолистых почв (Северо-Американская и Европейско-Сибирская);
- 2) лугово-лесные приокеанические с дерново-торфянистыми почвами (Исландско-Норвежская, Берингово-Охотская и Огненноземельская);
- 3) мерзлотно-таежные с криогенными (мерзлотно-таежными) почвами (Северо-Американская и Восточно-Сибирская).

1.3. Почвенный покров суббореального пояса

Суббореальный почвенно-биоклиматический пояс немного меньше бореального, и на него приходится 16% площади почвенного покрова земного шара.

Суббореальный пояс распространен в основном в Северном полушарии — в Евразии и Северной Америке.

В Южном полушарии к нему относятся лишь небольшие территории на юге Аргентины и в Новой Зеландии. Горные массивы, как и в бореальном поясе, покрывают 1/3 поверхности.

Суббореальный пояс по сравнению с бореальным лучше обеспечен теплом и резче дифференцирован по увлажнению. Влажные области занимают несколько меньше 1/3 его площади, а 2/3 приходится на аридные и семиаридные. Годовая сумма температур более 10°C колеблется в пределах 2200—4000°, продолжительность вегетационного периода от 130 до 210 дней. Зимой почвы промерзают на срок от нескольких дней до 4—5 месяцев, за исключением почв некоторых океанических побережий.

Почвообразование протекает на сиаллитных карбонатных и бескарбонатных корках выветривания. В распределении почв хорошо выражена горизонтальная зональность: широтная на внутренних равнинах Евразии и меридиональная в Северной и Южной Америке. При движении от берегов океанов в глубь материков происходит смена ландшафтов от более влажных к более сухим с нарастанием континентальности климата, что вызывает появление в почвах фациальных различий.

В пределах пояса выделяются три группы почвенных областей:

- 1) влажные лесные области с буроземами;
- 2) степные области с черноземами и каштановыми почвами;
- 3) полупустынные и пустынные области со светло-каштановыми, бурыми полупустынными и серо-бурими пустынными почвами.

1.4. Почвенный покров субтропического пояса

Субтропический пояс включает 20% площади почвенного покрова мира. Горные территории составляют 29% общей поверхности пояса. Субтропический пояс теплее суббореального. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C варьирует от 4000 до 8000°, продолжительность вегетационного периода от 200 до 365 дней. Тепловые ресурсы позволяют выращивать два полных урожая в год.

Преобладают аридные и субаридные ландшафты.

Почвообразование происходит преимущественно на сиаллитных карбонатных и засоленных корках выветривания. Горизонтальная зональность в распределении почв имеет ограниченное проявление, но хорошо выражены фациальные особенности. Смена ландшафтов и почв в субтропиках обусловлена главным образом увлажнением, которое убывает по мере удаления от океанических побережий.

В пределах субтропического пояса различаются три группы почвенных областей:

- 1) влажно-лесные области с красноземами и желтоземами,
- 2) ксерофитно-лесные и кустарниково-степные области с коричневыми и серо-коричневыми почвами и
- 3) полупустынные и пустынные области с сероземами и разнообразными пустынными почвами.

1.5. Почвенный покров тропического пояса

Тропический пояс — самый большой, на него приходится 42% всей площади почвенного покрова земного шара. Горные территории невелики и занимают около 13% общей поверхности.

Тропический пояс характеризуется жарким климатом с равномерными температурами в течение всего года — не менее 20—22°C в среднем за каждый месяц. Суммы температур воздуха более 10°C колеб-

лются от 8000 до 11 000°. Вегетационный период круглогодичный. Тепловые ресурсы обеспечивают получение трех урожаев в год.

В отличие от температурного режима количество и распределение осадков в тропиках варьирует в исключительно широких пределах (от менее 50 до 5000 мм в год), поэтому именно фактор влажности является в тропическом поясе главной причиной ярко выраженной дифференциации условий почвообразования, а следовательно, и разнообразия почв.

Оно определяется также влиянием разнообразия состава пород, в том числе древних и молодых кор выветривания, которые особенно характерны для тропического и субтропического поясов, не переживших покровного четвертичного оледенения.

В пределах пояса выделяются три группы почвенно-биоклиматических областей:

- 1) влажные и переменнно-влажные лесные;
- 2) засушливые ксерофитно-лесные и саванные;
- 3) полупустынные и пустынные.

Тропические влажно-лесные области распространены на всех континентах и занимают около половины площади пояса. В почвенном покрове здесь преобладают красно-желтые ферраллитные и красные ферраллитные почвы.

Процесс ферраллитизации заключается в глубоком преобразовании минеральной почвенной массы с разложением всех первичных минералов (кроме кварца), выносе продуктов разложения за пределы промываемой толщи и остаточной аккумуляции в ней кварца, гидроксидов железа и алюминия (гетит и гиббсит), а также вторичных глинистых минералов группы каолинита с низким отношением SiO_2 : Al_2O_3 , равным 2.

Красные и желтые цвета сообщаются почвам гидроксидами железа.

Ферраллитные почвы характеризуются кислой реакцией (рН 4,0—5,0), низкой катионообменной способностью (менее 10 мг-экв), сравнительно небольшим содержанием гумуса (4—5% под подстилкой и 1—2% вниз по профилю) с преобладанием в его составе фульвокислот.

Красно-желтые ферраллитные почвы формируются под высокопродуктивными вечнозелеными влажно-тропическими лесами при постоянной круглогодичной температуре воздуха 25—27°C и большом количестве осадков (до 2500 мм в год и более).

Ежегодный опад растительной массы на поверхность почвы достигает очень большой величины: от 250 до 400 ц/га.

Большая часть органических веществ, содержащихся в опаде, быстро минерализуется. Часть продуктов минерализации, в том числе биофильные элементы, вновь вовлекаются микроорганизмами, почвообитающими животными и корневыми системами деревьев в биологический круговорот.

Другая часть вымывается из почвы вместе с продуктами выветривания благодаря интенсивно промывному типу водного режима красно-желтых ферраллитных почв. После сведения тропического леса при освоении занятых им ранее пространств для земледелия обычно начинается интенсивный процесс эрозии этих почв.

Красные ферраллитные почвы образуются под высокотравными саваннами и переменнно-влажными лесами при тех же термических условиях, что и красно-желтые почвы, но при меньшем количестве осадков (1300—1800 мм в год) и ясно выраженном сухом сезоне продолжительностью до 3—4 месяцев. Это способствует дегидратации оксидов железа, вследствие чего усиливается красный цвет почв и увеличивается образование в них железистых конкреций.

В отрицательных формах рельефа или на склонах, где близко к поверхности подходят почвенно-грунтовые воды, создаются благоприятные условия для аккумуляции соединений железа и формирования обогащенных оксидами железа и алюминия горизонтов почв и грунтов различной мощности. Во влажном состоянии они легко режутся ножом, но при высыхании быстро твердеют и становятся похожими на кирпич.

Поэтому описавший их впервые в 1807 г. английский геолог Ф.Бьюкенен назвал это образование латеритом (от лат. «later» — *кирпич*). При выходе латеритных горизонтов на поверхность они образуют плотные железистые панцири.

Для развития процессов ферраллитизации и латеритизации необходимы не только характерные для влажного тропического климата гидротермические условия, но и длительное (в геологическом понимании) время.

Поэтому ферраллитные коры выветривания представляют собой образования древние, свойственные тем районам земного шара, которые не подвергались четвертичному оледенению и связанному с ним «омоложению» земной поверхности.

На известняках, мергелях и основных породах во влажных тропиках встречаются темно-красные лесные тропические почвы. Они получили название маргалитовых или ферраллитно-маргалитовых (от лат. «*margo*» — *мергель*).

Это плодородные почвы, занимающие, однако, небольшие площади.

На значительных территориях по обширным низинам и долинам рек (бассейны Амазонки, Конго и др.) развиты глеевые, аллювиальные и болотные почвы. Свообразны мангровые засоленные почвы, формирующиеся в зоне приливов на океанических побережьях.

Тропические ксерофитно-лесные и саванные области занимают меньшую площадь, чем влажно-лесные, и расположены главным образом в Восточном полушарии. В почвенном покрове этих областей выделяются две почвенные зоны:

- 1) зона коричнево-красных почв ксерофитных лесов и
- 2) зона красно-бурых почв сухих саванн.

Коричнево-красные почвы распространены под сухими тропическими редколесьями и зарослями кустарников, где количество осадков около 1000 мм, а сухой сезон продолжается около 6 месяцев.

Минеральная часть коричнево-красных почв имеет преимущественно ферраллитный состав с преобладанием минералов каолиновой группы. В гумусовом горизонте содержится 3—4% гумуса гуматно-фульватного состава, реакция почв слабокислая (рН 5—6), емкость поглощения катионов незначительная. В почвенной массе много железистых конкреций, а на поверхности почв часты железистые корки.

Красно-бурые почвы сухих саванн формируются в тех областях, где количество осадков варьирует от 300 до 800 мм при длительности сухого сезона 6 и более месяцев. В это время деревья сбрасывают листву, травяной покров выгорает, на поверхности почвы идет процесс быстрой минерализации растительных остатков.

Минеральная часть красно-бурых почв имеет ферраллитный состав. Количество гумуса около 1%, реакция почв от слабокислой до слабощелочной, в нижней части профиля часто наблюдается иллювиально-карбонатный горизонт, поглощающий комплекс насыщен основаниями, и емкость поглощения достигает 10—15 мгэкв. Железистые конкреции образуются в меньших количествах, чем в коричнево-красных почвах.

Среди коричнево-красных и красно-бурых почв встречаются черные слитые тропические почвы, аналогичные черным слитым почвам субтропиков.

Вертисоли тропиков также являются преимущественно палеогидроморфными и гидроморфными почвами, но встречаются и на возвышенных равнинах, сложенных породами основного состава — базальтами, габбро, траппами и др. Как правило, они отличаются тяжелым гранулометрическим составом, высокой емкостью поглощения (до 60 мг-экв на 100 г почвы), насыщенностью основаниями, преобладанием среди вторичных минералов монтмориллонитовой группы.

Они относятся к сипаллитным ненасыщенным почвам с широким молекулярным отношением $\text{SiO}_2: \text{Al}_2\text{O}_3$, (от 3 до 5). Гумусовый горизонт достигает часто метровой мощности и имеет темную (почти черную) окраску при сравнительно небольшом содержании гумуса (от 1 до 1,5%). По-видимому, это объясняется специфическим составом гумуса, в котором преобладают устойчивые формы гуминовых кислот, прочно связанные с тонкодисперсной частью почвенной массы.

Характернейшая черта черных тропических почв — слитость их сложения при наличии глубоких трещин в сухое время года. Причиной слитости служит, по-видимому, очень тяжелый гранулометриче-

ский состав (до 70% ила) и плотная упаковка глинистых частиц, образующаяся в условиях периодической смены сильного увлажнения и высыхания почв.

Черные слитые тропические почвы являются наиболее богатыми и плодородными почвами тропиков. Они широко используются в тропическом земледелии, особенно для выращивания хлопчатника и риса.

Тропические полупустынные и пустынные области занимают около 1/4 площади тропического пояса. Они распространены на всех материках, кроме Северной Америки.

В полупустынных саваннах под разреженным низкотравным покровом формируются красновато-бурые почвы. Они малогумусны, почти повсеместно карбонатны, имеют сиаллитный состав и слабо оже-лезнены, чем объясняется красноватый оттенок их окраски.

Почвы тропических пустынь также имеют красноватую окраску, что вызвано процессами дегидратации оксидов железа на поверхности почвенных частиц и горных пород в условиях сильного нагревания почвы (до 60°C и выше).

В тропических пустынях и полупустынях преобладают суглинистые и щебнисто-каменистые карбонатные коры выветривания, часто оже-лезненные. Значительно меньшую территорию охватывают песчаные пустыни, также местами обизвесткованные и оже-лезненные. Как в суглинистых, так и в песчаных пустынях и полупустынях распространены засоленные почвы. Большие площади среди тропических пустынь и полупустынь занимают древние реликтовые ферраллитные коры выветривания, сформировавшиеся в прошлые геологические периоды в гумидных условиях тропического выветривания и подвергшиеся в последующее время разрушению, переотложению или наложению иных геохимических процессов. Особенно широко распространены древние ферраллитные коры выветривания и продукты их переотложения в пустынях Австралии.

Земледельческая освоенность тропического пояса составляет 7%.

Наиболее распаханы на равнинных территориях черные слитые, темно-красные маргалитовые, коричнево-красные, красно-бурые и пойменные почвы.

В тропических областях большое значение имеет горное земледелие. Коэффициент земледельческого использования некоторых горных почв выше, чем аналогичных почв на равнинах.

Главные сельскохозяйственные культуры, возделываемые в тропиках, — рис, сахарный тростник, хлопчатник, батат, кофе, какао, масличная пальма, каучуконосы, бананы, ананасы и др.

Центральная проблема тропического земледелия — система удобрений.

Специфической проблемой для тропиков является борьба с латеритообразованием.

В отношении дальнейшего расширения земледелия тропический пояс обладает наибольшими резервами среди других поясов Земли.

2. Охрана почв и земель, их рациональное использование

Почва — это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени.

Каждое природное тело или образование имеет свои функции, причем различного масштаба. Функции почвы глобальные и многогранны.

Главные из них:

- обеспечение существования жизни на Земле;
- обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности;
- регулирование химического состава атмосферы и гидросферы;
- регулирование биосферных процессов;
- аккумуляция активного органического вещества и связанной с ним химической энергии на земной поверхности.

Почва — целостное развивающееся природное образование, и человечество постоянно опирается на ее способность восстанавливать свое состояние после нарушения его человеком. Нарушения

были часты изначально. Выбивались пастбища, вырубались леса, истощались почвы. Это заставляло людей кочевать с одного места на другое. Одновременно росли потребности населения.

Игнорирование в земледелии особенностей почвенного покрова, недооценка разнородности почв и шаблонный подход к их использованию являются причиной различных видов деградаций. Они приводят к нарушению экологического соответствия между культурными растениями и средой их обитания.

Основными факторами деградации почвы являются эрозия, дегумификация, переуплотнение, вторичная кислотность, загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами, углеводородами, остатками удобрений, вторичное засоление.

2.1. Эрозия почв и меры борьбы по ее предотвращению

Эрозия (от лат. *erosio* — разъедание) — разрушение верхнего почвенного покрова, включающее перенос, вынос и переотложение почвенного покрова.

Основной причиной ускоренной эрозии почв является нерациональное использование земельной территории и, прежде всего в сельском хозяйстве.

Из природных условий, оказывающих влияние на интенсивность процессов эрозии и формирование эродированных почв, следует указать на растительный покров, рельеф местности, свойства почв, определяемые их генезисом, и климатом.

Почвы, находящиеся под покровом сомкнутой растительной обладают высокой противозэрозийной стойкостью.

Корни растений, пронизывая почву, скрепляют частицы, препятствуют смыву, размыву и выдуванию почвы.

Надземная часть растительности ослабляет удары дождевых капель и силу ветра предохраняет поверхность почвы от разрушения структур распыления и иссушения в жаркое время, что приводит к уменьшению стока, смыва, размыва и развеивания почвы.

Зимой растительность способствует накоплению и сохранению снега, под слоем которого почва промерзает на меньшую глубину; ее гумусовый горизонт не подвергается столь сильному морозному выветриванию и перевеванию, как у почвы, не защищенной снежным покровом.

Наименьший сток воды и смыв почвы наблюдается на участках, занятых лесом, хотя водорегулирующая и почвенно защитная роль различной древесной растительности и неодинакова.

Сельскохозяйственные растения также неодинаково защищают почву от эрозии.

Лучше всего защищают почву от дождевых вод многолетние травы, затем зерновые культуры и слабее всего — пропашные. Наибольший летний смыв почвы происходит на полях без растительности.

В числе природных условий, определяющих развитие эрозионных процессов и формирование эродированных почв, большую роль играет рельеф. Водная эрозия почв, обусловленная движением потока воды, происходит только на склонах и проявляется тем сильнее, чем круче склоны.

Ветровая эрозия развивается по любым элементам рельефа, но особенно сильно на безлесных равнинных пространствах.

На интенсивность развития водной и ветровой эрозии большое влияние оказывают свойства самой почвы.

Противозэрозийная устойчивость почв во многом определяется их механическим составом и структурностью.

Почвы структурные и легкого механического состава имеют хорошую водопроницаемость, поэтому талая и дождевая вода не задерживается на их поверхности, а быстро впитывается и проникает в глубокие горизонты. В этих условиях сток не формируется.

На проявление эрозионных процессов очень сильно влияют климатические и погодные условия.

На развитие водной эрозии влияют главным образом количество осадков, распределение их по сезонам года, интенсивность, продолжительность и частота выпадения и устойчивые сильные ветры.

Вред, наносимый ускоренной эрозией почв

При смыве пахотного слоя происходят потери питательных веществ, резко ухудшаются агрофизические свойства почвы. Смыв гумусового горизонта вызывает необходимость припашки подпахотного слоя, бедного гумусом и богатого глинистыми частицами.

В результате вновь создаваемый пахотный слой эродированных почв, как правило, оказывается более уплотненным, что, с одной стороны, ухудшает условия жизни растений и микроорганизмов, с другой — способствует усилению смыва; эрозия начинает протекать нарастающими темпами.

Смыв пахотного слоя приводит к истощению плодородия почв, непрерывному уменьшению урожайности растений и понижению производительности труда в земледелии. Не меньший вред, чем смыв, наносят размывы почвы, с которыми связано образование промоин, рытвин, оврагов.

Размывы уменьшают сельскохозяйственную площадь, главным образом пахотную, расчленяют поля на небольшие вытянутые по склону участки, неудобные для механизированной обработки почвы, посева и сбора урожая.

Прорезая почву и лежащие ниже грунты, овраги способствуют иссушению, понижению уровня грунтовых вод, уменьшению их запасов. Растущие промоины и овраги разрушают дороги, мосты, а в населенных местах — хозяйственные сооружения и жилые дома.

Овраги растут быстро. Небольшая промоина, если не принять мер для прекращения ее роста, через несколько лет может стать крупным оврагом. Продукты смыва и размыва со склонов и выносы из промоин и оврагов оседают на поверхности лугов и полей в понижениях, засыпают здесь хорошие почвы, посева полевых культур и луга.

Часть продуктов сноса с потоками талых и ливневых вод попадает в пруды, озера, реки, способствуя образованию мелей, перекатов и заиливанию естественных водоемов и искусственных водохранилищ.

Не менее разрушительна и ветровая эрозия.

Типы и виды эрозии

В зависимости от главных факторов разрушения почв в естественных условиях эрозию делят на *водную* и *ветровую*.

Водная эрозия в свою очередь делится на плоскостную и линейную.

Эрозия может возникнуть при нарушениях технологии полива, при орошении. Такой вид эрозии называют *ирригационной*.

Плоскостная (поверхностная, струйчатая) эрозия — смыв верхнего слоя почвы дождевыми или талыми водами. Разрушительная сила Дождя зависит от количества, интенсивности и размер капель, которые разрушают почвенные агрегаты.

Образующие при этом мелкие частицы увеличивают плотность почвы, делая ее менее водопроницаемой, что обуславливает поверхностный сток. В результате появляются мелкие промоины, которые мешают обработке почвы и заделываются за счет припашки пахотного горизонта. Таким образом, постепенно формируются смытые почвы.

Более интенсивный смыв почв вызывают ливневые дожди, интенсивное таяние мощного снегового покрова.

Линейная (овражная) эрозия — образование на склонах глубоких струйчатых размывов (20—25 см) и промоин (глубиной от 0,3—0,5 до 1—1,5 м), которые перерастают в овраги и уже не могут быть сглажены при обработке. Этот вид эрозии приводит к полному уничтожению почвы.

В горных районах возникают особые формы эрозии — *селевые потоки*, или *сели*, которые образуются после бурного снеготаяния либо после интенсивных дождей. Сели обрушивают на прилегающие к горам территории огромные массы камней, земли, что является бедствием для населения этих мест и предусматривает строительство противоселевых сооружений.

Эрозию принято также делить по темпам развития:

на *геологическую нормальную, естественную*), которая практически вреда не приносит, так как потеря почвы в естественных условиях незначительная и восстанавливается в ходе почвообразования,

и *ускоренную*, которая зависит от неправильного использования почвы и результате хозяйственной деятельности человека.

Ветровая эрозия, или дефляция, — разрушение почвы ветром.

Ее делят на *местную*, которая проявляется в виде верховой эрозии и поземки, когда перенос сухих частиц в виде развеивания на небольшой территории осуществляется при малых скоростях ветра (4—8 м/с),

и *пыльные бури*, которые охватывают большие территории и способны за несколько часов развеять 100—150 т/га почвы. |

Ветровая эрозия сильно проявляется в условиях сухого климата, ей способствует отсутствие растительности. Наиболее подвержены ветровой эрозии песчаные, супесчаные, торфяные и меньше легкосуглинистые почвы. Дефляция сильнее проявляется в дневные часы суток, что зависит от большей скорости ветра, чем ночью; чаще весной, когда рыхлая почва не имеет растительного покрова; летом — на чистых парах и посевах пропашных культур. Важным фактором является размер частиц. Ветровая эрозия начинается с перемещения частиц почвы диаметром 0,1—0,5 мм.

Комплекс противоэрозионных мероприятий на территории Беларуси

Комплекс противоэрозионных мероприятий включает организацию территории, введение почвозащитных севооборотов и почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, внесение дифференцированных доз удобрений, залужение сильноэродированных почв, лесомелиоративные мероприятия, строительство гидротехнических сооружений.

Наибольшими почвозащитными свойствами отличаются многолетние травы (0,92—0,98), самым низким — картофель (0,18).

Особое значение имеет система обработки почвы, которая должна обеспечивать защиту почвы от эрозии при минимальных затратах энергоресурсов.

В зависимости от степени развития эрозии она должна строиться на замене отвальной вспашки разноглубинной безотвальной, включать щелевание зяби, поверхностную обработку почвы разными орудиями, мульчирование поверхности почвы пожнивными остатками.

При этом технологические операции при возделывании культур должны проводиться поперек склонов.

На дефляционно-опасных землях важны послепосевное прикатывание кольчато-шпоровыми катками, минимальные обработки комбинированными агрегатами, вспашка поперек господствующих ветров.

На землях, непригодных для сельскохозяйственного использования, осуществляются лесомелиоративные мероприятия, среди которых основными являются создание водорегулирующих и водоохраных лесополос в малолесных районах или вокруг прудов и водоемов, сплошные лесопосадки на бросовых землях.

Кроме того, в борьбе с овражной эрозией необходимы гидротехнические мероприятия в виде водоудерживающих валов, каналов, террасирование склонов.

Наибольший эффект против развития эрозии на любых землях может обеспечить только комплекс противоэрозионных мероприятий и почвозащитных технологий, обеспечивающих высокую производительность эрозионных земель и базирующихся на принципах ландшафтного и контурно-мелиоративного земледелия.

2.2 Другие факторы деградации почв

Дегумификация почв происходит наиболее резко при распашке целинных земель в первые годы. Дальнейшие изменения зависят от способа использования пашни, структуры посевных площадей, применения органических и минеральных удобрений, удельного веса многолетних трав в севооборотах.

Ежегодные потери гумуса при разных способах использования дерново-подзолистых почв составляют 0,5—1,5 т/га (Т.Н. Кулаковская, А.В. Калиновский и др.).

Дегумификация сопровождается уменьшением запасов питательных элементов, энергии, в почве понижается биологическая активность почвенной биоты, почва легко поддается водной и ветровой эрозии. Ей сопутствует потеря почвенной структуры, что ухудшает водные и воздушные свойства, сокращает сроки агрономической спелости, в итоге на 30—40% снижается производительность почвы. Процесс можно остановить достижением бездефицитного баланса гумуса, внесением 8—12 т/га органических удобрений и возделыванием многолетних трав.

Переуплотнение почв тяжелыми механизмами приводит к уменьшению порового пространства, нарушает газообмен между почвой и атмосферой и движением почвенного раствора, что вызывает засуху при обилии в почве влаги и создание анаэробнозиса.

Основная масса корней не в состоянии преодолеть уплотненный слой, который обычно возникает на глубине 10—15—20 см, поэтому растения постоянно страдают то от избытка влаги, то от ее недостатка вследствие быстрого испарения.

Разуплотнению почв способствуют внесение навоза и специальные агротехнические мероприятия. Однако главное на пути этого вида деградации снижение нагрузки на почву, которая не должна быть больше 0,8—1 кг/см², что зависит от вида используемой техники и технологии обработки почв.

Вторичная кислотность — следствие применения физиологически кислых форм удобрений без известкования на почвах, имеющих кислую реакцию (подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных, красноземах).

Подкисление всех типов почв могут вызвать кислые атмосферные осадки, которые выпадают в зоне крупных комбинатов, загрязняющих атмосферу недоокисленными соединениями серы и азота.

Вторичная кислотность возникает вокруг выбросов пустой породы из каменноугольных и колчеданных шахт и обогатительных фабрик. Она может появиться при осушении болот, содержащих сернистое железо. Это вынуждает применять известкование даже на почвах черноземной зоны. Отсюда вытекает необходимость строгого соблюдения воздухоохраных мер как при строительстве, так и при функционировании предприятий-загрязнителей.

Загрязнение тяжелыми металлами и токсическими элементами становится все более частым явлением. При сжигании угля и нефти с твердыми и жидкими отходами в почву поступает громадное количество химических элементов и их соединений разной природы.

Тяжелые металлы поступают в почву с удобрениями и пестицидами, в основном они аккумулируются в подстилке и гумусовом горизонте. Их распределение зависит от розы ветров, ландшафта, характера и особенностей источника загрязнения.

Максимальное загрязнение обычно распространяется на 10—15 км от источника, но небольшие концентрации могут переноситься на большие расстояния. Установлено, что особо токсичными являются ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, селен, фтор, никель, сера, молибден, хром.

Главным источником загрязнения почв свинцом являются выхлопные газы автомобилей, поэтому продукция, полученная вблизи магистралей, наиболее загрязнена. Токсичные соединения фтора и кадмия присутствуют в некоторых апатитах.

В почвах тяжелые металлы могут накапливаться, терять токсичность либо сохранять ее, губительно действуя на живые организмы. Ртуть, свинец и кадмий хорошо сорбируются в гумусовом горизонте и мало передвигаются за пределы почвенного профиля. Адсорбированный фтор легко перемещается в грунтовые воды, цинк и медь менее токсичны, но более подвижны, чем свинец и кадмий.

В разных типах почв уровень токсичности тяжелых металлов может отличаться значительно.

Загрязнение остатками удобрений и пестицидами существенно возросло по мере роста интенсивности химизации сельского хозяйства. С увеличением количества азотных удобрений обнаруживается накопление нитратов в воде и в сельскохозяйственной продукции, что вызывает заболевания детей метгемоглобинемией (при 40—50 мг NO₃ на 1 л питьевой воды, ГЩК для нее — 10 мг/л).

Нитраты расшатывают также иммунную систему и дают стойкие аллергические реакции, вызывают уродства у детей и рак желудка у взрослых. Поэтому введены ограничения доз внесения азотных удобрений под различные сельскохозяйственные культуры и строгий контроль за содержанием нитратного азота во всех видах сельскохозяйственной продукции (БелНИИПА).

Соединения фосфора в почве малоподвижны, но их поступление в водоемы в результате поверхностного смыва почвы обуславливает зарастание водоемов и как следствие заморы рыб.

Сложные последствия миграции и аккумуляции пестицидов в почвах трудно предвидеть и оценить. Многие из них длительное время могут оставаться токсичными, потенциально опасны хорошо растворимые препараты не только на месте их применения, но и на значительном удалении от него.

Углеродородное загрязнение почв ароматическими полициклическими углеводородами и бензопиреном, которые способны аккумулироваться в почвах, проходит при неполном сгорании угля и нефтепродуктов. Все они, особенно бензопирен, оказывают канцерогенное действие, поэтому загрязненные углеводородами почвы не должны использоваться для производства продовольствия.

Радиационное загрязнение почв обусловлено испытаниями в атмосфере атомного и водородного оружия и в результате выбросов радиоактивных изотопов атомными станциями. Для Беларуси, значительная часть территории которой загрязнена цезием-137 и стронцием-90, эта проблема имеет особую остроту.

Разрушение почвенного покрова вызывает *промышленная эрозия*. Добыча полезных ископаемых открытым способом меняет рельеф, гидрографию территории, загрязняет почвы в районах нефтедобычи сырой нефтью, нефтяными и пластовыми водами. Гражданское, промышленное и дорожное строительство сопровождается непроизводительными потерями почв, восстановление которых возможно только в результате *рекультивации*. Она включает систему приемов восстановления и оптимизации ландшафтов, которые обходятся дорого, поэтому контроль за отводом земель для промышленных целей должен быть очень строгим.

Особые виды загрязнения проявляются при орошении почвы. При нарушении режима использования ирригационной системы могут возникнуть *вторичное засоление, осолонцевание, слитость почв* и другие загрязнения. Эти проблемы особенно резко проявляются при поливе минерализованными водами, бездренажном орошении, когда фильтрация оросительных вод резко поднимает уровень стояния грунтовых вод. В таких условиях проводится комплекс дорогостоящих мероприятий по рассолению и мелиорации солонцов.

2.3. Почвенно-экологический мониторинг

Задачи сохранения, восстановления и улучшения почвенных ресурсов составляют важнейший раздел экологизации деятельности человека в сфере сельскохозяйственного производства. Экологические последствия загрязнения почв проявляются позже загрязнений атмосферы и гидросферы, однако они более устойчивы и долговременны. Поэтому охрана почв и охрана биосферы возможны только на основе почвенно-экологического мониторинга.

Мониторинг — система длительных наблюдений за изменениями свойств почв. Выделяется мониторинг локальный, региональный, глобальный.

Локальный включает наблюдения за отдельными изменениями компонентов природной среды под влиянием факторов местного значения (влияние стройки, мелиоративной системы, загрязнения территории отдельными предприятиями)

Региональный — слежение за взаимодействием природы и человека в процессе природопользования на региональном уровне (круговорот питательных веществ на территории зоны, подзоны, особенность загрязнения различных типов почв и др.).

Глобальный (биосферный) — система наблюдений за общепланетарными изменениями, которые происходят в атмосфере и гидросфере.

В Республике Беларусь в соответствии с законом «Об охране окружающей среды» создается Национальная система мониторинга окружающей среды (НСМОС).

Информационная база НСМОС объединит результаты наблюдений за состоянием окружающей среды и ее изменениями под влиянием антропогенной деятельности.

Она включает 13 отдельных видов мониторинга, в том числе два комплексных: *мониторинг земель (почв)*, включающий мониторинг земельного фонда, агропочвенный мониторинг и мониторинг агротехногенно загрязненных почв,

и *радиационный мониторинг*, включающий мониторинги радиоактивного загрязнения почв, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод и объектов жилищно-коммунального хозяйства.

Мониторинг земельного фонда базируется на материале статистической отчетности о наличии, качественном состоянии и использовании земель. Агрочувствительный мониторинг ведется на землях сельскохозяйственного использования и включает полевые опыты по изучению изменений почвенного покрова под влиянием различных природных и антропогенных факторов. Мониторинг агро-техногенно загрязненных почв ведется на 36 пунктах наблюдения в зоне влияния крупных городов, на 100 реперных пунктах изучения глобального загрязнения почв, в хозяйствах 28 районов (за содержанием остаточных количеств пестицидов), на 21 геоботаническом профиле в придорожных полосах.

Мониторинг радиоактивного загрязнения почв ведется на сети, состоящей из 18 ландшафтно-геохимических полигонов и 181 реперной площадки. Мониторинг загрязнения подземных вод проводится в 85 скважинах, поверхностных вод — на пяти крупных реках (Днепр, Припять, Сож, Ипать, Беседь) и на малых реках (18 створов и 43 водотока), мониторинг радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха включает 6 стационаров и 72 пункта наблюдений за уровнями радиоактивных выпадений из атмосферы и мощностью экспозиционной дозы γ -излучения.

Поэтапный ввод НСМОС планируется осуществить до 2005 г. К этому времени следует определить систему наблюдений, оценки и прогноза состояния земель для выявления изменений, предупреждения и устранения негативных процессов и их последствий во влиянии на окружающую человека среду.

Сложной задачей является установление предельно допустимых концентраций химических веществ в почве (ПДК). В настоящее время установлено около 800 ПДК для веществ, загрязняющих воду, около 300 — для загрязняющих атмосферу.

Для почв ПДК установить трудно, так как почва находится в состоянии сложного взаимодействия между человеком и животным, растением и окружающей средой. Поэтому многие ПДК для разных соединений требуют уточнения в зависимости от буферной способности почв, способов и видов мелиорации, применения различного вида удобрений и др.

Почвенный покров полярного пояса

Полярный пояс занимает 13% площади суши, более 2/3 его территории покрыто ледниками Антарктиды, Гренландии и других островов.

В Северном полушарии в пределах пояса выделяются две почвенные области:

Евразийская и Северо-Американская.

В Южном полушарии, в Антарктиде, имеются лишь совсем небольшие районы, свободные ото льда. Почти на всей площади полярного пояса распространена многолетняя мерзлота.

В почвенном покрове полярного пояса различают арктическую и субарктическую зоны.

В арктической зоне, отличающейся очень суровым климатом, под куртинами растительности по морозобойным трещинам образуются арктические почвы. Они характеризуются укороченным профилем, отсутствием признаков оглеения, слабокислой или нейтральной реакцией, почти полной насыщенностью основаниями поглощающего комплекса.

В субарктической зоне с менее холодным и более влажным климатом под мохово-лишайниковой и мохово-кустарничковой растительностью на суглинисто-глинистых породах широко представлены тундровые глеевые почвы. Слабая испаряемость и неглубоко залегающая многолетняя мерзлота способствуют переувлажнению и оглеению профиля.

Тундровые глеевые почвы характеризуются подвижным фульватным гумусом и отличаются от арктических большей кислотностью и меньшей насыщенностью основаниями.

На обширных территориях полярного пояса распространены охота и оленеводство. Земледелие в тундре очаговое, преимущественно закрытого грунта, развивающееся близ городов и промышленных центров.

Тундровые почвы легко поддаются эрозии после нарушения растительного покрова. Поэтому актуальной проблемой, возникающей в связи с хозяйственным освоением Крайнего Севера, является охрана природы тундры.

Почвенный покров бореального пояса

Бореальный пояс включает 18% площади почвенного покрова земного шара и хорошо развит только в Северном полушарии.

Он охватывает обширные пространства в Северной Америке, Европе и Азии с умеренно холодным климатом, покрытые преимущественно таежными лесами.

Суммы температур воздуха более 10° С составляют 600—2200°, продолжительность вегетационного периода от 40 до 150 дней. Зимой почвы могут промерзнуть на срок до 5—8 месяцев и более.

На горные территории приходится 34% общей площади пояса. Почвенный покров сформирован главным образом на рыхлых сиаллитных отложениях четвертичного возраста.

В пределах бореального пояса выделяется несколько групп почвенных областей:

1) таежно-лесные континентальные с преобладанием подзолистых и болотно-подзолистых почв (Северо-Американская и Европийско-Сибирская);

2) лугово-лесные приокеанические с дерново-торфянистыми почвами (Исландско-Норвежская, Берингово-Охотская и Огненноземельская);

3) мерзлотно-таежные с криогенными (мерзлотно-таежными) почвами (Северо-Американская и Восточно-Сибирская).

Почвенный покров суббореального пояса

Суббореальный почвенно-биоклиматический пояс немного меньше бореального, и на него приходится 16% площади почвенного покрова земного шара.

Суббореальный пояс распространен в основном в Северном полушарии — в Евразии и Северной Америке.

В Южном полушарии к нему относятся лишь небольшие территории на юге Аргентины и в Новой Зеландии. Горные массивы, как и в бореальном поясе, покрывают 1/3 поверхности.

Суббореальный пояс по сравнению с бореальным лучше обеспечен теплом и резче дифференцирован по увлажнению. Влажные области занимают несколько меньше 1/3 его площади, а 2/3 приходится на аридные и семиаридные. Годовая сумма температур более 10°С колеблется в пределах 2200—4000°, продолжительность вегетационного периода от 130 до 210 дней. Зимой почвы промерзают на срок от нескольких дней до 4—5 месяцев, за исключением почв некоторых океанических побережий.

Почвообразование протекает на сиаллитных карбонатных и бескарбонатных корях выветривания. В распределении почв хорошо выражена горизонтальная зональность: широтная на внутренних равнинах Евразии и меридиональная в Северной и Южной Америке. При движении от берегов океанов в глубь материков происходит смена ландшафтов от более влажных к более сухим с нарастанием континентальности климата, что вызывает появление в почвах фациальных различий.

В пределах пояса выделяются три группы почвенных областей:

1) влажные лесные области с буроземами;

2) степные области с черноземами и каштановыми почвами;

3) полупустынные и пустынные области со светло-каштановыми, бурными полупустынными и серо-бурными пустынными почвами.

Почвенный покров субтропического пояса

Субтропический пояс включает 20% площади почвенного покрова мира. Горные территории составляют 29% общей поверхности пояса. Субтропический пояс теплее суббореального. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C варьирует от 4000 до 8000°, продолжительность вегетационного периода от 200 до 365 дней. Тепловые ресурсы позволяют выращивать два полных урожая в год.

Преобладают аридные и субаридные ландшафты.

Почвообразование происходит преимущественно на сиаллитных карбонатных и засоленных корках выветривания. Горизонтальная зональность в распределении почв имеет ограниченное проявление, но хорошо выражены фациальные особенности. Смена ландшафтов и почв в субтропиках обусловлена главным образом увлажнением, которое убывает по мере удаления от океанических побережий.

В пределах субтропического пояса различаются три группы почвенных областей:

- 1) влажно-лесные области с красноземами и желтоземами,
- 2) ксерофитно-лесные и кустарниково-степные области с коричневыми и серо-коричневыми почвами и
- 3) полупустынные и пустынные области с сероземами и разнообразными пустынными почвами.

Почвенный покров тропического пояса

Тропический пояс — самый большой, на него приходится 42% всей площади почвенного покрова земного шара. Горные территории невелики и занимают около 13% общей поверхности.

Тропический пояс характеризуется жарким климатом с равномерными температурами в течение всего года — не менее 20—22°C в среднем за каждый месяц. Суммы температур воздуха более 10°C колеблются от 8000 до 11 000°. Вегетационный период круглогодичный. Тепловые ресурсы обеспечивают получение трех урожаев в год.

В отличие от температурного режима количество и распределение осадков в тропиках варьирует в исключительно широких пределах (от менее 50 до 5000 мм в год), поэтому именно фактор влажности является в тропическом поясе главной причиной ярко выраженной дифференциации условий почвообразования, а следовательно, и разнообразия почв.

Оно определяется также влиянием разнообразия состава пород, в том числе древних и молодых кор выветривания, которые особенно характерны для тропического и субтропического поясов, не переживших покровного четвертичного оледенения.

В пределах пояса выделяются три группы почвенно-биоклиматических областей:

- 1) влажные и переменновлажные лесные;
- 2) засушливые ксерофитно-лесные и саванные;
- 3) полупустынные и пустынные.

Земледельческая освоенность тропического пояса составляет 7%.

Наиболее распаханы на равнинных территориях черные слитые, темно-красные маргалитовые, коричнево-красные, красно-бурые и пойменные почвы.

В тропических областях большое значение имеет горное земледелие. Коэффициент земледельческого использования некоторых горных почв выше, чем аналогичных почв на равнинах.

Главные сельскохозяйственные культуры, возделываемые в тропиках, — рис, сахарный тростник, хлопчатник, батат, кофе, какао, масличная пальма, каучуконосы, бананы, ананасы и др.

Центральная проблема тропического земледелия — система удобрений.

Специфической проблемой для тропиков является борьба с латеритообразованием.

В отношении дальнейшего расширения земледелия тропический пояс обладает наибольшими резервами среди других поясов Земли.

Охрана почв и земель, их рациональное использование

Почва — это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени.

Каждое природное тело или образование имеет свои функции, причем различного масштаба. Функции почвы глобальные и многогранные.

Главные из них:

- обеспечение существования жизни на Земле;
- обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности;
- регулирование химического состава атмосферы и гидросферы;
- регулирование биосферных процессов;
- аккумуляция активного органического вещества и связанной с ним химической энергии на земной поверхности.

Основными факторами деградации почвы являются эрозия, дегумификация, переуплотнение, вторичная кислотность, загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами, углеводородами, остатками удобрений, вторичное засоление.

Эрозия почв и меры борьбы по ее предотвращению

Эрозия (от лат. *erosio* — разъедание) — разрушение верхнего почвенного покрова, включающее перенос, вынос и переотложение почвенного покрова.

Основной причиной ускоренной эрозии почв является нерациональное использование земельной территории и, прежде всего в сельском хозяйстве.

Из природных условий, оказывающих влияние на интенсивность процессов эрозии и формирование эродированных почв, следует указать на растительный покров, рельеф местности, свойства почв, определяемые их генезисом, и климатом.

При смыве пахотного слоя происходят потери питательных веществ, резко ухудшаются агрофизические свойства почвы. Смыв гумусового горизонта вызывает необходимость припашки подпахотного слоя, бедного гумусом и богатого глинистыми частицами.

В результате вновь создаваемый пахотный слой эродированных почв, как правило, оказывается более уплотненным, что, с одной стороны, ухудшает условия жизни растений и микроорганизмов, с другой — способствует усилению смыва; эрозия начинает протекать нарастающими темпами.

Смыв пахотного слоя приводит к истощению плодородия почв, непрерывному уменьшению урожайности растений и понижению производительности труда в земледелии. Не меньший вред, чем смыв, наносят размывы почвы, с которыми связано образование промоин, рытвин, оврагов.

Размывы уменьшают сельскохозяйственную площадь, главным образом пахотную, расчленивают поля на небольшие вытянутые по склону участки, неудобные для механизированной обработки почвы, посева и сбора урожая.

Прорезая почву и лежащие ниже грунты, овраги способствуют иссушению, понижению уровня грунтовых вод, уменьшению их запасов. Растущие промоины и овраги разрушают дороги, мосты, а в населенных местах — хозяйственные сооружения и жилые дома.

Типы и виды эрозии

В зависимости от главных факторов разрушения почв в естественных условиях эрозию делят на *водную* и *ветровую*.

Водная эрозия в свою очередь делится на плоскостную и линейную.

Эрозия может возникнуть при нарушениях технологии полива, при орошении. Такой вид эрозии называют *ирригационной*.

Плоскостная (поверхностная, струйчатая) эрозия — смыв верхнего слоя почвы дождевыми или талыми водами. Разрушительная сила Дождя зависит от количества, интенсивности и размер капель, которые разрушают почвенные агрегаты.

Образующие при этом мелкие частицы увеличивают плотность почвы, делая ее менее водопроницаемой, что обуславливает поверхностный сток. В результате появляются мелкие промоины, которые мешают обработке почвы и заделываются за счет припашки пахотного горизонта. Таким образом, постепенно формируются смытые почвы.

Более интенсивный смыв почв вызывают ливневые дожди, интенсивное таяние мощного снегового покрова.

Линейная (овражная) эрозия — образование на склонах глубоких струйчатых размывов (20—25 см) и промоин (глубиной от 0,3—0,5 до 1—1,5 м), которые перерастают в овраги и уже не могут быть сглажены при обработке. Этот вид эрозии приводит к полному уничтожению почвы.

В горных районах возникают особые формы эрозии — *селевые потоки*, или *сели*, которые образуются после бурного снеготаяния либо после интенсивных дождей. Сели обрушивают на прилегающие к горам территории огромные массы камней, земли, что является бедствием для населения этих мест и предусматривает строительство противоселевых сооружений.

Эрозию принято также делить по темпам развития:

на *геологическую нормальную, естественную*), которая практически вреда не приносит, так как потеря почвы в естественных условиях незначительная и восстанавливается в ходе почвообразования,

и *ускоренную*, которая зависит от неправильного использования почвы и результате хозяйственной деятельности человека.

Ветровая эрозия, или дефляция, — разрушение почвы ветром.

Ее делят на *местную*, которая проявляется в виде верховой эрозии и поземки, когда перенос сухих частиц в виде развеивания на небольшой территории осуществляется при малых скоростях ветра (4—8 м/с),

и *пыльные бури*, которые охватывают большие территории и способны за несколько часов развеять 100—150 т/га почвы.

Ветровая эрозия сильно проявляется в условиях сухого климата, ей способствует отсутствие растительности. Наиболее подвержены ветровой эрозии песчаные, супесчаные, торфяные и меньше легкосуглинистые почвы. Дефляция сильнее проявляется в дневные часы суток, что зависит от большей скорости ветра, чем ночью; чаще весной, когда рыхлая почва не имеет растительного покрова; летом — на чистых парах и посевах пропашных культур. Важным фактором является размер частиц. Ветровая эрозия начинается с перемещения частиц почвы диаметром 0,1—0,5 мм.

Комплекс противоэрозионных мероприятий на территории Беларуси

Комплекс противоэрозионных мероприятий включает организацию территории, введение почвозащитных севооборотов и почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, внесение дифференцированных доз удобрений, залужение сильноэродированных почв, лесомелиоративные мероприятия, строительство гидротехнических сооружений.

Наибольшими почвозащитными свойствами отличаются многолетние травы (0,92—0,98), самым низким — картофель (0,18).

Особое значение имеет система обработки почвы, которая должна обеспечивать защиту почвы от эрозии при минимальных затратах энергоресурсов.

Наибольший эффект против развития эрозии на любых землях может обеспечить только комплекс противоэрозионных мероприятий и почвозащитных технологий, обеспечивающих высокую производительность эрозионных земель и базирующихся на принципах ландшафтного и контурно-мелиоративного земледелия.

Другие факторы деградации почв

Дегумификация почв происходит наиболее резко при распашке целинных земель в первые годы. Дальнейшие изменения зависят от способа использования пашни, структуры посевных площадей, применения органических и минеральных удобрений, удельного веса многолетних трав в севооборотах.

Дегумификация сопровождается уменьшением запасов питательных элементов, энергии, в почве понижается биологическая активность почвенной биоты, почва легко поддается водной и ветровой эрозии. Ей сопутствует потеря почвенной структуры, что ухудшает водные и воздушные свойства, сокращает сроки агрономической спелости, в итоге на 30—40% снижается производительность почвы. Процесс можно остановить достижением бездефицитного баланса гумуса, внесением 8—12 т/га органических удобрений и возделыванием многолетних трав.

Переуплотнение почв тяжелыми механизмами приводит к уменьшению порового пространства, нарушает газообмен между почвой и атмосферой и движением почвенного раствора, что вызывает засуху при обилии в почве влаги и создание анаэробии.

Основная масса корней не в состоянии преодолеть уплотненный слой, который обычно возникает на глубине 10—15—20 см, поэтому растения постоянно страдают то от избытка влаги, то от ее недостатка вследствие быстрого испарения.

Разуплотнению почв способствуют внесение навоза и специальные агротехнические мероприятия. Однако главное на пути этого вида деградации снижение нагрузки на почву, которая не должна быть больше 0,8—1 кг/см², что зависит от вида используемой техники и технологии обработки почв.

Вторичная кислотность — следствие применения физиологически кислых форм удобрений без известкования на почвах, имеющих кислую реакцию (подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных, красноземах).

Подкисление всех типов почв могут вызвать кислые атмосферные осадки, которые выпадают в зоне крупных комбинатов, загрязняющих атмосферу недоокисленными соединениями серы и азота.

Вторичная кислотность возникает вокруг выбросов пустой породы из каменноугольных и колчеданных шахт и обогатительных фабрик. Она может появиться при осушении болот, содержащих сернистое железо. Это вынуждает применять известкование даже на почвах черноземной зоны. Отсюда вытекает необходимость строгого соблюдения воздухоохраных мер как при строительстве, так и при функционировании предприятий-загрязнителей.

Загрязнение тяжелыми металлами и токсическими элементами становится все более частым явлением. При сжигании угля и нефти с твердыми и жидкими отходами в почву поступает громадное количество химических элементов и их соединений разной природы.

Тяжелые металлы поступают в почву с удобрениями и пестицидами, в основном они аккумулируются в подстилке и гумусовом горизонте. Их распределение зависит от розы ветров, ландшафта, характера и особенностей источника загрязнения.

Загрязнение остатками удобрений и пестицидами существенно возросло по мере роста интенсивности химизации сельского хозяйства. С увеличением количества азотных удобрений обнаруживается накопление нитратов в воде и в сельскохозяйственной продукции, что вызывает заболевания детей метгемоглобинемией (при 40—50 мг NO₃ на 1 л питьевой воды, ГЩК для нее — 10 мг/л).

Нитраты расшатывают также иммунную систему и дают стойкие аллергические реакции, вызывают уродства у детей и рак желудка у взрослых. Поэтому введены ограничения доз внесения азотных удобрений под различные сельскохозяйственные культуры и строгий контроль за содержанием нитратного азота во всех видах сельскохозяйственной продукции (БелНИИПА).

Углеводородное загрязнение почв ароматическими полициклическими углеводородами и бензопиреном, которые способны аккумулироваться в почвах, происходит при неполном сгорании угля и нефтепродуктов. Все они, особенно бен-

зопирен, оказывают канцерогенное действие, поэтому загрязненные углеводородами почвы не должны использоваться для производства продовольствия.

Радиационное загрязнение почв обусловлено испытаниями в атмосфере атомного и водородного оружия и в результате выбросов радиоактивных изотопов атомными станциями. Для Беларуси, значительная часть территории которой загрязнена цезием-137 и стронцием-90, эта проблема имеет особую остроту.

Разрушение почвенного покрова вызывает *промышленная эрозия*. Добыча полезных ископаемых открытым способом меняет рельеф, гидрографию территории, загрязняет почвы в районах нефтедобычи сырой нефтью, нефтяными и пластовыми водами. Гражданское, промышленное и дорожное строительство сопровождается непроизводительными потерями почв, восстановление которых возможно только в результате *рекультивации*. Она включает систему приемов восстановления и оптимизации ландшафтов, которые обходятся дорого, поэтому контроль за отводом земель для промышленных целей должен быть очень строгим.

Почвенно-экологический мониторинг

Задачи сохранения, восстановления и улучшения почвенных ресурсов составляют важнейший раздел экологизации деятельности человека в сфере сельскохозяйственного производства. Экологические последствия загрязнения почв проявляются позже загрязнений атмосферы и гидросферы, однако они более устойчивы и долговременны. Поэтому охрана почв и охрана биосферы возможны только на основе почвенно-экологического мониторинга.

Мониторинг — система длительных наблюдений за изменениями свойств почв. Выделяется мониторинг локальный, региональный, глобальный.

Локальный включает наблюдения за отдельными изменениями компонентов природной среды под влиянием фактором местного значения (влияние стройки, мелиоративной системы, загрязнения территории отдельными предприятиями)

Региональный — слежение за взаимодействием природы и человека в процессе природопользования на региональном уровне (круговорот питательных веществ на территории зоны, подзоны, особенность загрязнения различных типов почв и др.).

Глобальный (биосферный) — система наблюдений за общепланетарными изменениями, которые происходят в атмосфере и гидросфере.