

**Министерство науки и высшего образования Республики
Казахстан
НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова»**

Саттыбаева З.Д., Саликова Ж.Х.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ



Учебно-методический комплекс дисциплины

(УМКД)

***ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ 6В08103 «АГРОНОМИЯ»,
6В05201 «ЭКОЛОГИЯ»***

Кокшетау, 2023

З.Д. Саттыбаева, Ж.Х. Саликова, Кокшетау, 2023 - 145 стр.

УМКД включает: syllabus, лекционный комплекс, план практических занятий, методические указания для выполнения лабораторных работ, материалы для самостоятельной работы обучающегося, материалы контроля, глоссарий, список специализированных аудитории и лаборатории по дисциплине «Почвоведение».

Одобрено и рекомендовано к изданию учебно-методическим Советом НАО Кокшетауского университета им. Ш.Уалиханова в качестве учебно-методического комплекса. Протокол №2, от 29.12.2022г.

Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова
Саттыбаева З.Д., Саликова Ж.Х.

Содержание

1	Силлабус	4
2	Карта учебно-методической обеспеченности дисциплины	17
3	Лекционный комплекс	20
	Модуль 1. Возникновение и краткая история развития почвоведения	20
	Модуль 2. Химический состав и структура почв	37
	Модуль 3. Физические свойства и физико-механические свойства почвы	70
	Модуль 4. Свойства и режимы почв	72
	Модуль 5 . Плодородие почвы и процессы его разрушения	92
	Модуль 6. Классификация и бонитировка почв	105
4	План практических занятий	112
5	Методические указания для выполнения лабораторных работ	113
	Техника безопасности основные требования при работе в агрохимических лабораториях. Отбор почвенных проб. Подготовка почвы к анализу	115
	Определить гигроскопическую влажность почвы	118
	Изучение минералов и горных пород по образцам	119
	Определение соединения гумуса в почве метод И.В. Тюрина	120
	Определение гумуса в почве по методу И.В. Тюрина (в модификации В.Н. Симакова)	122
	Определение гранулометрического состава почв полевыми и лабораторными методами	123
	Определение водных свойств почвы	126
	Изучение поглотительной способности и реакции почвы	128
	Определение легкогидролизуемого азота методом И.В. Тюрина и М.М. Коноловой	131
	Определение подвижных соединений фосфора и калия в почве методом Мачигина модификации ЦИНАО	132
	Определение обменного калия в почве	135
	Определение кислотности почвы потенциометрическим методом	136
	Анализ строения профиля ведущих типов почв с агрохимической и агропроизводственной характеристикой почв по образцам и монолитам.	137
6	Материалы для самостоятельной работы обучающегося	139
7	Материалы контроля	140
8	Список специализированных аудитории и лаборатории по дисциплине	145

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан
НАО «Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова»
Агротехнический институт им. Садвакасова
Кафедра «Сельского хозяйства и биоресурсов»

Утверждено

« 31 » 08 2022 г.

Директор института/высшей школы

С. Садвақасов
атындағы
Агротехникалық
Институтты
Жапарова С.Б.

Одобрено

« 31 » 08 2022 г.
протокол № 1

Председатель Совет по АК
института/высшей школы

Т.Б.Б. Бекимова Г.Б.

Рассмотрено

на заседании кафедры

« 27 » 08
2022 г. протокол № 1

Зав. кафедрой

Шегенов С.Т.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
(СИЛЛАБУС)

Дисциплина: AGR62114-Почвоведение.

Направление подготовки: B077-Растениеводство.

Образовательная программа: 6B08103-Агрономия.

Кокшетау
2022

Данные о преподавателе:

Должность/ученая степень	Саттыбаева Зейнигуль Джумабеккызы, профессор Саликова Жанат Ханатовна, ассистент лектора
e-mail:	Zeinigul@mail.ru , zhannat.salikova@mail.ru
Место проведения аудиторных занятий	Корпус 5, ауд. № 231,138 <i>Ссылка на платформу</i>

Цель, краткое описание и результаты обучения

Форма обучения	Кол-во кредитов	Лекции, в час.	Практ., семинар.з ания, в час.	Лабор. занятия, в час.	СРОП в час.	СРО в час.	Всего в час.	Форма контроля
Очная	6	30	15	15	30	90	180	Экзамен (билеты)

Практикоориентированные дисциплины : Растениводство, земледелие, селекция семеноводства, кормопроизводство, почвоведение, ГИС-технологии, диагностика питания.

Пререквизиты дисциплины: изучение дисциплины базируется на знаниях ботаники, химии, микробиологии, земледелия, растениеводства, экологии.

Постреквизиты дисциплины: для дальнейшего изучения дисциплин картографии почв, географии почв, химии почв, биологии почв, физики почв, почвы Казахстана и восстановление почвенного плодородия.

Цель дисциплины: рассмотреть современные вопросы почвоведения как научной базы устойчивого земледелия. Изложить происхождение и состав минеральной части почв, общую схему почвообразовательного процесса. Состав, свойства почв и почвенные процессы, обуславливающие плодородие. Описать почвенные зоны, генезис, классификацию, агрономическую характеристику почв, пути повышения их плодородия. Рационально использовать агроэкологическую характеристику почв и их охрану.

Краткое описание: Подготовка научных кадров в области сельского хозяйства на основе развития системных знаний и практических навыков для осуществления новых инновационных научно-исследовательских проектов в области агрономии, способных внести вклад в развитие новейших направлений экономики Республики Казахстан.

Результаты обучения:

РО1: демонстрировать умение создавать и интерпретировать новые знания путем проведения качественного оригинального научного исследования, который соответствует требованиям экспертной оценки в области агрономии.

РО4: иметь представление: в развитии с-х науки в мире и Казахстане; о роли науки и инновации в мире; о достижениях аграрной науки.

РО6: использовать дальнейшие теоретические и прикладные научные исследования и разработки на высоком уровне, внося значительный вклад в создание новых идей, подходов и методов познания в области аграрного сектора.

Календарно-тематический план дисциплины

Сроки проведения (неделя)	Темы лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия (если предусмотрено)	Задания на СРОП	Задание на СРО
1.	<p>Модуль 1. Возникновение и краткая история развития почвоведения Глава 1 Возникновение и краткая история развития почвоведения. 1. Введение. 2. Возникновение и краткая история развития почвоведения. 3. Этапы развития почвоведения.</p>	Изучение морфологических признаков почвенного профиля	Техника безопасности и основные требования при работе в агрохимических лабораториях. Отбор почвенных проб подготовка почвы к анализу.	Периоды развитие почвоведение. Строение земли, роль почвенного покрова в её жизни. Процессы образования минералов и горных пород. (конспект)	Почвы горных областей (1) Условия почвообразования (2) Почвы отдельных горных областей. (3)
2.	<p>Глава 2 Общая схематическая почвообразовательного процесса. 1. Общие особенности почвы как природного образования. 2. Стадии и общая схема почвообразования. 3. Энергетика почвообразования. 4. Образование и эволюция почв.</p>	Изучение общих физических и химических свойств по данным анализа	Определение гигроскопической влажности.	Образование минералов земной коре. Образование горных пород земной коре. Характеристика почвенных процессов и их влияние на плодородие. (реферат)	Особенности с/х использования. (4) Классификация и эродированных почв. (5) Черноземные почвы. (6)
3.	<p>Глава 3 Происхождение и состав минеральной части и органического вещества почвы 1. Источники и состав органического вещества почвы 2. Процессы превращения органических остатков и образования гумуса 3. Строение и</p>	Изучение физико-механических свойств по данным анализа	Изучение минералов и горных пород по образцам.	Радиоактивные свойства почв. Классификация почв и почвообразующих пород по гранулометрическому составу. (презентация)	Каштановые почвы (7) Сероземы (8) Мероприятия по защите почв от эрозии (9)

	<p>свойства гумусовых кислот</p> <p>4. Агрономическое значение органического вещества почвы и пути их регулирования</p>				
4.	<p>Модуль 2. Химический состав и структура почв</p> <p>Глава 4</p> <p>Химический состав почв.</p> <p>1. Содержание химических элементов в породах и почвах.</p> <p>2. Формы соединений химических элементов в почвах и доступность их растениям.</p> <p>3. Микроэлементы почв.</p> <p>4. Радиактивность почв.</p>	<p>Изучение гранулометрического состава профиля о данным анализа</p>	<p>Определение соединения гумуса в почве методом И.В. Тюрина.</p>	<p>Процессы превращения органических остатков и образование гумуса. (презентация)</p>	<p>Организационно хозяйственные мероприятия (10)</p> <p>Агротехнические мероприятия (11)</p> <p>Лесомелиоративные мероприятия. (12)</p>
5.	<p>Глава 5 Почвенные коллоиды и поглотительная способность почвы.</p> <p>1. Почвенные коллоиды как носители сорбционных свойств почвы.</p> <p>2. Виды поглотительной способности почвы.</p> <p>3. Основные закономерности сорбционных процессов в почвах.</p> <p>4. Состав обменных катионов, кислотность, щелочность и буферность почв.</p> <p>5. Поглотительная способность и ее роль в генезисе и плодородии почв.</p>	<p>Изучение минералогического о состава профиля по данным анализа</p>	<p>Определение соединения гумуса в почве методом И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова.</p>	<p>Баланс гумуса в почве.</p> <p>Ферментативная активность почв. (конспект)</p>	<p>Гидротехнические мероприятия. (13)</p> <p>Земельные ресурсы и их использование. (14)</p> <p>Классификация земель. (15)</p>

6.	<p>Глава 6 Структура почвы. 1.Агрономическое значение структуры. 2.Образование структуры. 3.Утрата и восстановление структуры почвы.</p>	Изучение степени структурности почвы	Определение гранулометрического состава почв полевыми и лабораторными методами.	Ферменты их роль почвообразовании. (презентация)	Состояние земельных ресурсов. (16) Принципы рационального использования земель. (17) Почвенные карты и их картограммы. (18)
7.	<p>Модуль 3. Физические свойства и физико-механические свойства почвы Глава 7 Физическое свойства почвы. 1.Общие физические свойства. 2.Физико-механические свойства</p>	Изучение химического состава почвенного профиля по данным анализа	Определение водных свойств почв.	Аллелопатическое почвы. (конспект)	Виды почвенных карт и картограмм (19) Агропроизводственная группировка почв и земель. (20) Использование почвенных карт и картограмм в сельскохозяйственном производстве.(21)
8.	<p>Модуль 4. Свойства и режимы почв Глава 8 Водные свойства и водный режим почвы. 1.Категории почвенной влаги и ее свойства. 2.Водные свойства почв. 3.Доступность почвенной влаги растениям. 4.Водный режим почв. 5.Регулирование водного режима.</p>	Изучение водных свойств и водного режима почв по данным анализа	Изучение поглотительной способности и реакция почв.	Окислительно-восстановительные процессы в почвах. (конспект)	Использование материалов почвенных исследований при землеустройстве. (22) Использование почвенных карт и картограмм при применении удобрений и известковании почв. (23) Использование почвенных карт при разработке приемов обработки почв. (24)
9.	<p>Глава 9 Воздушные свойства и воздушный режим почв. 1.Состав свободного почвенного воздуха. 2.Газообмен почвенного воздуха с атмосферным. Воздушные свойства почв.</p>	Изучение воздушных свойств и воздушного режима почв по данным анализа	Определение легкогидролизуемого N методами И.В. Тюрина и М.М. Кононовой.	Агрономические мероприятия снижающие аллелопатическое влияние на культурные растения. (конспект)	Материалы почвенных исследований и выбор участков под сады (25) Использование материалов почвенных исследований для осушения почв. (26) Использование материалов почвенных исследований

	3. Воздушный режим почв и его регулирование.				для орошения земель. (27)
10.	Глава 10 Тепловые свойства и тепловой режим почвы. 1. Источники тепла в почве. 2. Тепловые свойства почвы. 3. Тепловой режим.	Изучение тепловых свойств и теплового режима почв по данным анализа	Определение легкогидролизуемого N методами И.В. Тюрина.	Значение окислительно-восстановительных процессов. (конспект)	Качественная оценка (бонитировка) почв. (28) Бонитировка почв и ее производственное значение. (29) Методика и показатели бонитировки почв. (30)
11.	Глава 11 Почвенный раствор и окислительно-восстановительные процессы в почвах. 1. Методы выделения почвенного раствора. 2. Состав и концентрация почвенного раствора. 3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.	Общие свойства и методы изучения органической части почвы	Определение подвижных соединений P ₂ O ₅ методом Мачигина в модификации ЦИНАО.	Регулирование окислительно-восстановительного состояния почв (конспект).	Экономическая оценка земель. (31) Агроэкологическая характеристика и охрана почв. (32) Экологические функции почвы (33)
12.	Модуль 5. Плодородие почвы и процессы его разрушения Глава 12 Плодородие почв. 1. Виды плодородия. 2. Воспроизводство почвенного плодородия.	Основные понятия и методы определения обменных катионов и емкости поглощения.	Определение подвижных соединений K ₂ O методом Мачигина в модификации ЦИНАО.	Понятия о магнитных свойствах почв. (презентация)	Агроэкологическая характеристика земель (34) Охрана почв (35) Мониторинг земель Цель и задача мониторинга земель (36)
13.	Глава 13 Эрозия почв и меры борьбы с ней. 1. Виды эрозии. 2. Вред, причиняемый водной эрозией и ее регулирование. 3. Условия, определяющие развитие эрозии. 4. Дефляция.	Общие понятия об оценках плодородия почв.	Определение обменного калия в почве.	Характеристика почв по магнитным свойствам. (конспект)	Содержания, структура и основные принципы ведения мониторинга земель (37) Концепция государственного мониторинга земель РК. (38) Законодательная и нормативно-

	5.Классификация и диагностика. 6.Мероприятия по защите почв от эрозии.				правовая база организации и ведения государственного мониторинга. (39)
14.	Модуль 6. Классификация и бонитировка почв Глава 14 Генезис, классификация и география почв. 1.Краткий исторический обзор. 2.Принципы построения современной классификации почв. 3.Номенклатура и диагностика почв. 4.Почвенно-географическое районирование. 5.Природно-сельскохозяйственное районирование.	Общие понятия о агропроизводственных группировках почвы	Определение кислотности почвы потенциометрическим методом.	Использование магнитометрических способов почвоведение и в агрономических практике. (конспект)	Формирование системы мониторинга земель. (40) Современная состояние пахотных земель черноземных почв Акмолинской области. (41) Характеристика земельного фонда и его использование. (42)
15.	Глава 15 Агропроизводственная группировка и бонитировка почв. 1.Принципы агропроизводственной группировки. 2.Классификация земель. 3.Бонитировка почв и их оценка. 4.Принципы и методика бонитировки почв.	Подготовка к летней учебной практике (подготовительные работы)	Анализ строения профиля ведущих типов почв с агрохимической и агропроизводственной характеристикой почв по образцам и монолитам	Агроэкологическое характеристика земель. Охрана почв (Реферат)	Динамика плодородия черноземных почв Акмолинской области. (43) Ведение мониторинга зарубежом. (44) Виды мониторинга. (45)
Всего:	30	15	30	15	90

В целях развития творчества студентов предусмотрен макетполевых с/х культур на основезональных типов почв.

Задание: изготовить макетполевых с/х культур на основезональных типов почв.

- 1) Подготовить основу для макета;
- 2) Подготовить почву, просеять и поместить в основу для макета;
- 3) Разделить основу на участки;
- 4) Изобразить поля под с/х культуры;
- 5) Подготовить макеты с/х машин для обработки почвы;
- 6) Посев с/х культур (пшеница, ячмень, овес);
- 7) Прорастание семян (пшеница, ячмень, овес);
- 8) Уборка (пшеница, ячмень, овес).

Выполнение: следует придерживаться указанной последовательности

- 1) Сформулировать макет полевых с/х культур на основезональных типов почв;
 - 2) Подобрать с/х культуру;
 - 3) Разработать схему посадки полевых культур;
 - 4) Правильно использовать с/х машину для посадки и уборки культур;
 - 5) Продемонстрировать и объяснить цели и задачи данного задания.
- Оценка за задание

Контроль и оценка достижения результатов обучения

Формула расчета итоговой оценки в платонус

итоговая оценка = оценка за экзамен* 0.4+рейтинг допуска*0.6

рейтинг допуска = (средне текущая оценка *0.6+(рубежный контроль1+рубежный контроль2)/2 * 0.4 если выразить долю каждого типа оценивания то итоговая оценка состоит на 36% средне текущей оценки, на 12% процентов из рубежного контроля №1 и №2 и на 40% из экзаменационной оценки

Виды контроля в процессе изучения дисциплины	Оценка в процентах
Текущий контроль	36
Рубежный контроль I	12
Рубежный контроль II	12
Итоговый контроль (ИК) Экзамен	40
Всего	100

Интегральный средний балл академических достижений (**IGPA**) – это комплексная оценка академических достижений обучающегося, рассчитывается как уровень академических достижений обучающегося и представляет собой как сумму значений долей **0,5** от учебных достижений, **0,35** от исследовательских навыков и **0,15** от социальных компетенций обучающегося.

IGPA рассчитывается, по формуле **IGPA = GPA*0,5 + IROS*0,35 + SCI*0,15**, где

GPA - средневзвешенная оценка уровня учебных достижений обучающегося за определенный период (отношение суммы произведений кредитов на цифровой эквивалент баллов итоговой оценки по всем видам учебной работы к общему количеству кредитов по данным видам работы за данный период обучения);

IROS (IndicatorsofResearch-OrientedStudy) – совокупность навыков и компетенций обучающегося, приобретаемых ими в процессе исследовательской и проектной деятельности, измеряемые индикаторами и демонстрируемые их средний балл исследовательских навыков;

SCI (SocialCompetitionIndicators) – совокупность навыков и компетенций обучающегося, приобретаемых им в процессе общественно-социальной деятельности, измеряемые индикаторами и демонстрируемые его средний балл социальных компетенций.

Балльно-рейтинговая буквенная система оценки учета учебных достижений, обучающихся с переводом их в традиционную шкалу оценок и ECTS (иситиэс)

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент	Баллы (%-ное содержание)	Оценка по традиционной системе	Критерии
А	4	95-100	Отлично	глубокое знание теории, понимание всех явлений и процессов, свободное владение понятийным аппаратом; способность к анализу и сопоставлению различных подходов к решению заявленной проблематики; умение творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы.
А-	3,67	90-94		знание теории, понимание всех явлений и процессов программного материала; демонстрируется умение анализировать материал, однако все выводы носят аргументированный и доказательный характер; демонстрируется умение творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; ответы на вопросы носят развернутый, уверенный характер, содержат достаточно четкие формулировки, но имеются неточности в содержании.
В+	3,33	85-89	Хорошо	при ответе демонстрирует твердое знание программного материала, лекций, базового учебника; умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; демонстрируется способность применять знание теории к решению задач профессионального характера, но имеются незначительные ошибки в решении задач; ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, но не развернуто.
В	3	80-84		материал излагается уверенно,

				<p>демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, имеются отдельные неточности в ответе;</p> <p>знание основных характеристик раскрываемых категорий в рамках рекомендованного учебника и положений, данных на лекциях;</p> <p>демонстрируется умение применять знание теории к решению профессиональных задач, но допущены 1-2 незначительные ошибки в их решении;</p> <p>при ответе на вопросы приводимые формулировки по существу, но без обоснования.</p>
B-	2,67	75-79		<p>материал излагается достаточно уверенно, но раскрыт недостаточно полно;</p> <p>демонстрируется знание основных характеристик раскрываемых категорий, но допущены ошибки в определениях понятий и терминов;</p> <p>демонстрируется умение применять знание теории к решению профессиональных задач, но допущены ошибки в их решении;</p> <p>при ответе на вопросы приводимые формулировки по существу, но допускаются отдельные погрешности</p>
C+	2,33	70-74		<p>недостаточные знания основных характеристик раскрываемых категорий в рамках рекомендованного учебниками и положений, данных на лекциях.</p> <p>допускаются нарушения в последовательности изложения материала;</p> <p>имеются затруднения с выводами;</p> <p>в ответах на вопросы приводимые формулировки не всегда четкие и по существу.</p>
C	2	65-69	Удовлетворительно	<p>демонстрируется недостаточные знания основного содержания материала;</p> <p>материал излагается непоследовательно, сбивчиво, нелогично;</p> <p>ответ краток, приводимые формулировки недостаточно четкие;</p> <p>допускаются погрешности в ответе на</p>

				вопросы.
C-	1,67	60-64		демонстрируются поверхностные знания программного материала, материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний; допускаются погрешности в ответе; в ответах на вопросы приводимые формулировки недостаточно четкие, допускаются неточности.
D+	1,33	55-59		демонстрируются поверхностные знания программного материала, ответ краток, приводимые формулировки нечеткие, в ответах допускаются неточности; излагает свои мысли пространно, часто не по существу; ответы на вопросы читаются, не отрываясь от текста, а просьба объяснить или уточнить прочитанный материал остаётся без ответа
D	1	50-54		демонстрируются поверхностные знания программного материала, материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний допускаются существенные погрешности в ответе на вопросы.
FX	0,5	25-49	Неудовлетворительно	при ответе обнаруживаются значительные пробелы в знаниях основного программного материала; студент имеет право на повторную сдачу материала
F	0	0-24		демонстрируется незнание теории и практики; допускаются принципиальные ошибки в ответах на вопросы; студент остается на летний семестр

Литература:

Основная:

1. Салихов Т.К. Практикум по географии почв, А,2017
2. Саттыбаева З.Д. Почвоведение с основами геологии. Кокшетау, 2012
3. Саттыбаева,З.Д. Почвоведение: Учебно-методический комплекс дисциплины/ З.Д. Саттыбаева.- Кокшетау: Изд-во КГУ им. Ш. Уалиханова, 2015.- 156с.
4. Саттыбаева,З.Д. Методические указания к лабораторно-практическим работам по дисц. "Почвоведение" / З.Д. Саттыбаева.- Кокшетау: Изд-во КГУ им. Ш. Уалиханова, 2015.- 38с.

Дополнительная:

1. Хабаров А.В. «Почвоведение» М.: -2001
2. Ковриго В.П. Кауричев И.С. Бурлаков Л.М. «Почвоведение»
3. Кауричев И.С. «Почвоведение»
4. Саттыбаева З.Д. «Почвоведение с основами геологии». Учебное пособие.
5. Кауричев И.С. «Практикум по почвоведению»
6. Панов Н.П. «Плодородие почв и пути его повышения» М.: «Колос», 2010.
7. Берестецкий О.А. «Биологические основы плодородия почвы» М.: «Колос», 2011.
8. Каштенев А. «Основные направления исследований и практической работы по совершенствованию зональных почвозащитных полос» М.: «Колос», 2013.
9. Саттыбаева З.Д. «Почвоведение с основами геологии» Кокшетау, 2007

Электронные источники:

1. <https://www.mbook.kz/ru/index/>
2. <https://www.aknurhress.kz/>
3. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. «Почвоведение» М.: -2014
4. Вильямс В.Р. «Почвоведение. Избранные сочинения» М.: -2020
5. ТайжановШ., Амралин А., Қошқаров Н., Кенжеғұлова С.«Топырақтану және геология негіздері» Астана, 2013
6. Қабышева Ж.К. «Топырақтану» Алматы, 2013
7. Оразбаев Қ. И.«Жалпы топырақтану»Алматы, 2014
8. Кабжанова Г.Р., Буркитбаева У.Д., «Топырақтану» Павлодар, 2011
9. Биология почв" [Электронный ресурс]: Специальности "Почвоведение и агрохимия" / З.Д. Саттыбаева.- 2, 77 МБ.- Кокшетау: Изд-во КГУ им. Ш.Уалиханов, 2017.- 197с.
10. Джанпеисов Р. Эрозия и дефляция почв в Казахстане-А,2012
11. География почв с основами почвоведения / З.Д. Саттыбаева; Винокуров В.А, Спасибушкина Н.С.- Кокшетау: КГУ им. Ш.Уалиханова, 2012.- 136 с.
12. Почвоведение с основами геологии [Электронный ресурс] / З.Д. Саттыбаева.- Кокшетау: КГУ им. Ш.Уалиханова, 2012.- 3.14 МБ.
13. Саттыбаева З.Д. Агрочвоведение. УМКД-Кок,2015

Адаптивные образовательные технологии, в т.ч. для инклюзивного образования

При обучении лиц с особыми образовательными потребностями предполагается использование адаптивных образовательных технологий (инклюзивное образование) с учетом особенностей их индивидуальных возможностей и при необходимости обеспечивающих их социальную адаптацию. Адаптивные образовательные технологии: предоставление специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования и т.п. Дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах. Для контактной и

самостоятельной работы рекомендуется использование мультимедийных комплексов, электронных учебников и учебных пособий.

Политика учебной дисциплины и академической этики согласно Положения о кодексе чести обучающихся КУ им. Ш. Уалиханова СМК П4.01-2020:9.2.2

обучающийся не должен:

допускать этические, академические и правовые нарушения, в том числе:

- плагиат при написании любых самостоятельных работ;
- предоставлять подложных результатов;
- использовать неразрешенные источники на всех этапах разных форм контроля знаний, включая шпаргалки, записи лекций и другие технические средства;
- использовать родственные или служебные связи для получения более высокой оценки;
- проявлять неуважительное отношение к преподавателю, включая обман, нечестность и введение в заблуждение преподавателя;
- пропускать занятия без уважительной причины (обоснованием к отсутствию на занятии является справка/письмо, с указанием соответствующей даты и официальной печатью, предоставленная не позднее следующего занятия после отсутствия);
- громко разговаривать, шуметь, входить в аудиторию и выходить из аудитории во время учебных занятий;
- отключать мобильный телефон либо перевести в режим вибрации во время учебных занятий;
- следовать кодексу корпоративной этики, принятому в КУ им. Ш. Уалиханова.

Разработчик: _____ Саттыбаева З.Д

**КАРТА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ
ДИСЦИПЛИНЫ «ПОЧВОВЕДЕНИЕ»**

№	Наименование ОП	Учебная литература (название, год издания, авторы)	Электронные ресурсы (название, год издания, авторы)	Кол-во обеспеченности в цифрах
1	«Почвоведение» 6В08103- «Агрономия», 6В05201-«Экология».	Салихов Т.К. Практикум по географии почв, А,2017	Биология почв" [Электронный ресурс]: Специальности "Почвоведение и агрохимия" / З.Д. Саттыбаева.- 2, 77 МБ.- Кокшетау: Изд-во КГУ им. Ш.Уалиханов, 2017.- 197с.	1
		Саттыбаева З.Д. Почвоведение с основами геологии. Кокшетау, 2012	Джанпеисов Р. Эрозия и дефляция почв в Казахстане-А,2012	5
		Саттыбаева, З.Д. Почвоведение: Учебно-методический комплекс дисциплины/ З.Д. Саттыбаева.- Кокшетау: Изд-во КГУ им. Ш. Уалиханова, 2015.- 156с.	География почв с основами почвоведения / З.Д. Саттыбаева; Винокуров В.А, Спасибушкина Н.С.- Кокшетау: КГУ им. Ш.Уалиханова, 2012.- 136 с.	1
		Саттыбаева, З.Д. Методические указания к лабораторно-практическим работам по дисц. "Почвоведение" / З.Д. Саттыбаева.- Кокшетау: Изд-во КГУ им. Ш. Уалиханова, 2015.- 38с.	Почвоведение с основами геологии [Электронный ресурс] / З.Д. Саттыбаева.- Кокшетау: КГУ им. Ш.Уалиханова, 2012.- 3.14 МБ.	1
			Саттыбаева З.Д. Агрочвоведение. УМКД-Кок,2015	

Глоссарий

Почвоведение - наука об образовании, строении, свойствах почв.

Атмосфера – газообразная оболочка Земли.

Гидросфера включает океаны, моря, озера, реки, водные пространства.

Мантия – это мощная оболочка Земли.

Твёрдая фаза почвы— полидисперсная органоминеральная система, наименее динамичная часть почвы, составляющая каркас для других фаз.

Жидкая фаза почвы— почвенный раствор

Газовая фаза почвы— почвенный воздух, заполняющий вместе с почвенным раствором поровое пространство, его состав отличается от состава атмосферы.

Живая фаза почвы— почвенная биота, за исключением роющих млекопитающих и корней растений, принадлежность которых к живой фазе почв остаётся дискуссионной, хотя их роль в почвообразовании несомненна и велика.

Химия почв — изучает химизм почв.

Физика почв — изучает физические свойства почв.

Почвенная биология — изучает живое население почв.

Почвенная минералогия — изучает минералогический состав и свойства почв.

Гидрология почв — изучает водный режим почв.

География почв — изучает закономерности распределения почв и составляет почвенные карты.

Охрана почв — изучает способы сохранения и восстановления почв.

Палеопочвоведение — изучает ископаемые почвы.

Почвенный профиль — сочетание генетических горизонтов, характерное для каждого природного типа почвообразования.

Почвенный горизонт — специфический слой почвенного профиля, образовавшийся в результате воздействия почвообразовательных процессов и отличающийся от других горизонтов по морфологическим признакам, составу и свойствам.

Чернозём — богатый гумусом, тёмноокрашенный тип почвы, сформировавшийся на лёссовидных суглинках или глинах в условиях суббореального и умеренно-континентального климата.

Лёсс — осадочная горная порода, неслоистая, однородная известковистая, суглинисто-супесчаная, имеет светло-жёлтый или палевый цвет.

Суглинок — почва с преимущественным содержанием глины и значительным количеством песка.

Супесь — рыхлая горная порода, состоящая, главным образом, из песчаных и пылеватых частиц с добавлением около 3—10 % алевритовых, пелитовых или глинистых частиц.

Гранулометрический состав — относительное содержание в почве, горной породе или искусственной смеси частиц различных размеров независимо от их химического или минералогического состава.

Плодородие почвы — способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности.

Эрозия— разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром, включающее в себя отрыв и вынос обломков материала и сопровождающееся их отложением.

Материнская порода— самый нижний горизонт почвы на котором происходят основные почвообразовательные процессы.

Аллювий — несцементированные отложения постоянных водных потоков, состоящие из обломков различной степени обкатанности и размеров.

Горная порода — любая масса или агрегат одного или нескольких минеральных видов или органического вещества, являющихся продуктами природных процессов.

Структура почвенного покрова (СПП) — закономерное пространственное размещение почв на небольших территориях, выявляемое при детальном картографировании их почвенного покрова и образованное многократным повторением одного или нескольких различных основных образующих её элементов — почвенных комбинаций (ПК), каждая из которых содержит все почвы, являющиеся компонентами СПП с характерными для них взаимосвязями.

Элементарный почвенный ареал - первичный компонент почвенного покрова, который представляет собой площадь, занимаемую почвой, относящейся к одной классификационной единице наиболее низкого ранга.

ЛЕКЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС

Лекция №1

Тема: ВОЗНИКНОВЕНИЕ И КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

План лекции:

1. Введение
2. Возникновение и краткая история развития почвоведения
3. Этапы развития почвоведения

Упоминания о почвах, их описание, особенности земледельческого использования, характеристика производительности почв встречаются уже в древних рукописях и сочинениях. Однако потребовалось несколько тысяч лет для накопления знаний о почвах, прежде чем в конце XIX в. сформировалась сама наука о почвах — почвоведение. И. А. Крупеников (1981), изучавший историю почвоведения с древнейших времен до наших дней, выделил условно десять этапов становления и развития науки о почвах.

1. Период первичного накопления разрозненных фактов о свойствах почв, их плодородии и способах обработки относится ко времени неолита и бронзы, около 10 тыс. лет до н. э., когда зарождалось земледелие и человек начал сопоставлять почвы по их способности давать урожай.

2. Последующий период, продолжавшийся несколько тысячелетий до н. э., в который была выработана определенная система использования почв в богарном и орошаемом земледелии. Почвы различались по качеству; потребовалось создание примитивного земельного кадастра для дифференцированного налогообложения на землю. В связи с этим необходимо сказать о египетских папирусах и стеллах с описанием качества земли. Это «Бруклинский папирус» и «Палермский камень», относящиеся к 3,5—3 тысячелетиям до н.э., а также «Кодекс Хаммурапи», являющийся первым известным земельно-водным законодательством вавилонского царя Хаммурапи.

3. В период первичной систематизации знаний о почвах, продолжавшийся с VIII в. до н.э. по III в. н. э., выходят трактаты Феофраста, Катона, Плиния, в которых постигалось существо почв как природных явлений. Особое значение имели труды Колумеллы, которого иногда называют «Докучаевым античного мира». Колумелла свои обширные знания по земледелию изложил в трактате «О сельском хозяйстве», который, по существу, явился первой в мире сельскохозяйственной энциклопедией с разнообразными сведениями о почвах различных территорий, их плодородии, классификации, обработке и удобрении. Примеры удобрений почв даны Варроном, вопросы общей географии почв отражены в трудах Геродота и Страбона, представления о почвах включены в философские (Лукреций) и религиозные концепции.

4. Период интенсивных земельно-кадастровых работ эпохи феодализма связан с описанием почв как земельных угодий для установления феодальных повинностей и привилегий. К работам этого периода относятся китайские кадастры, «Геопоники» в Византии, землеоценочные акты в Германии, Англии, Франции и других странах Западной Европы, «Писцовые книги» в России, оценка почв в Литве, Белоруссии и Украине (VI—XVI вв.). К концу периода появились первые представления о потреблении растениями солей из почвы (Бернар Палисси во Франции); проходили споры о том, является ли почва только «опорой» для растений или она их «питает» водой и солями (Френсис Бекон в Англии); Леонардо да Винчи предположил, что образование почвы происходит под воздействием растений.

5. Период зарождения современных представлений о плодородии почв, об их связи с горными породами. А. Тюрго (Франция) выступил с обоснованием закона убывающего плодородия почв (1766), Н. Валериус (Швеция) выдвинул гипотезу гумусового питания

растений (1761), Ф. Ахард (Германия) разработал принцип метода изучения гумусовых веществ извлечением их из почвы щелочью и осаждением серной кислотой (1786), который используют и в настоящее время. Появились новые идеи о происхождении почв, особенно в трудах русских ученых — академиков М. В. Ломоносова, П. С. Палласа, И. А. Гюльденштедта. М. В. Ломоносов в своих работах «О слоях земных» (1763), «Слово о явлениях воздушных» (1753) высказал современные для будущего XIX в. взгляды на почву и природу питания растений. Он считал, что почвы являются продуктом воздействия растений на горные породы. Его мысль о воздушном питании растений была подтверждена Дж. Пристли (1771), Ян. Ингенг-Хаузом (1779) и Ж. Сенебье (1782), а в 1868 г. экспериментально доказана выдающимся русским ученым К. А. Тимирязевым, создавшим теорию фотосинтеза.

В 1765 г. в Петербурге было создано Вольное экономическое общество (ВЭО), которое публиковало труды по различным вопросам агрономии, в том числе по улучшению почв. Оно сыграло ведущую роль в осуществлении первых научных работ В. В. Докучаева — основателя почвоведения. Исследователей почв особенно интересовали самые плодородные почвы России — черноземы. В 1771 г. М. И. Афонин, обобщив имевшиеся к тому времени сведения о черноземах, дал первую их классификацию и систематизированные рекомендации по повышению плодородия.

6. Период развития агрогеологии и агрокультур химии предшествовал периоду становления почвоведения как самостоятельной науки и связан с распространением капиталистического производства в земледелии Европы в XIX в.

Этот период характерен тем, что были опубликованы работы ученых — основателей агрохимии (М. Э. Вольни, А. Д. Тэер, Г. Дэви, М. Г. Павлов, Я. Берцелиус, Ю. Либих, Ж. Б. Буссенго), которые на основе изучения почв рассматривали питание растений как процесс использования ими «солей» почвы. Большой вклад в накопление и развитие агрономических знаний и знаний о почвах внес выдающийся русский агроном А. Т. Болотов. Он указал на необходимость изучения свойств разных почв, чтобы правильно подходить к их земледельческому использованию.

Русский исследователь И. И. Комов придавал большое значение гумусу в формировании плодородия почв и питании растений.

В 1837 г. в монографии К. Шпренгеля «Почвоведение или наука о почве» впервые было использовано слово «почвоведение». Однако в то время почвы все еще рассматривались наукой геологией. В результате же накопления знаний о почвах становилось все более очевидным, что почвы существенно отличаются от горных пород как по образованию, так и по свойствам.

7. Период создания современного генетического почвоведения. В 1851 г. была составлена почвенная карта европейской части России под руководством К. С. Веселовского, в 1866 г. — под руководством Ф. И. Рупрехта, в 1869 г. — И. И. Вильсона, в 1879 г. — В. И. Чаславского. В этот период усиленно изучают почвы. Выдающиеся работы выполняет В. В. Докучаев (1846—1903). В 1883 г. вышел в свет его классический труд «Русский чернозем», в котором были сформулированы основные положения науки о почвах. Этот год считается годом выделения почвоведения в самостоятельную науку.

Работа В. В. Докучаева заложила основу современного генетического почвоведения: учения о природных и почвенных зонах, о факторах почвообразования, понятия о почве как особом естественно-историческом теле природы, профиль которой состоит из слоев, сформировавшихся под влиянием определенных процессов. В. В. Докучаевым предложена первая генетическая классификация почв (1886). Изучение почв он тесно увязывал с запросами земледелия. В работе «Наши степи прежде и теперь» (1892) он изложил мероприятия по преобразованию степей, привел комплекс мер по борьбе с засухой, улучшению водного режима почв и созданию устойчивого к засухам степного земледелия. Эти идеи получили практическое развитие в России особенно в послевоенное время, после 1945 г. Под руководством и при непосредственном участии В. В. Докучаева в 1884—1894 гг. выполнены фундаментальные работы по оценке земель Нижегородской и Полтавской

губерний. Он составил первую обзорную почвенную карту мира, основал первую в России кафедру почвоведения в Ново-Александровском сельскохозяйственном институте (1895), которую возглавил его ученик и соратник Н. М. Сибирцев (1860—1900). Н. М. Сибирцев написал первый учебник по почвоведению, изданный в 1900 г. В нем сформулированы основные положения новой науки и их агрономическое значение.

В одно время с В. В. Докучаевым крупные работы по почвоведению выполнял П. А. Костычев (1845—1895). Он изучил условия разложения растительных остатков в почве и роль в этом процессе микроорганизмов, указал на значение водопроходной структуры в плодородии почв и на роль гумуса в ее образовании, тесно увязал приемы по возделыванию сельскохозяйственных культур со свойствами почв.

Несмотря на получившие признание в почвоведении докучаевские генетические концепции, агрогеологическое направление в науке все еще было широко распространено, что проявилось в проведении Международных агрогеологических конгрессов в 1909 и 1910 гг.

8. Период развития докучаевского почвоведения отмечен крупными работами ученых России.

Классические исследования провел К. К. Гедройц (1872—1932), изучавший поглотительную способность почв и их коллоидные свойства, на основе которых он обосновал мероприятия по известкованию и фосфоритованию кислых почв, гипсованию солонцов.

Выполнены фундаментальные работы по изучению органического вещества почвы (И. В. Тюрин, М. М. Кононова, Л. А. Александрова, И. С. Кауричев, экологии почв (В. Р. Волобуев).

Опубликованы крупные работы по географии и картографированию почв (С. С. Неуструев, И. П. Герасимов, К. П. Горшенин, М. М. Филатов, А. А. Красюк, М. А. Глазовская, Г. В. Добровольский), структуре почвенного покрова (В. М. Фридланд), бонитировке почв (Ф. Я. Гаврилюк, С. Н. Тайчинов), почвенно-географическому и природно-сельскохозяйственному районированию земельного фонда бывш. СССР (Н. Н. Розов, Е. Н. Иванова, Д. И. Шашко, А. Н. Каштанов и др.), эрозии почв и борьбе с ней (Н. И. Сус, С. С. Соболев).

9. Период лидирующего положения в мире докучаевского учения о почвах. Распространение докучаевского учения в других странах привело к развитию международного сотрудничества в области почвоведения, созданию в 1924 г. Международного общества почвоведов, первым президентом которого был избран К. Д. Глинка. Международное общество провело с 1927 по 1994 г. пятнадцать международных конгрессов.

В этот период проходило интенсивное исследование почвенного покрова бывших колониальных и полуколониальных стран Африки, Азии и Южной Америки, создавались национальные кадры почвоведов в результате международной помощи по линии ООН (ФАО, ЮНЕСКО, ВМО и др.) и по линии двустороннего сотрудничества стран. По инициативе и при непосредственном участии российских почвоведов было организовано создание международного проекта почвенной карты мира в масштабе 1:5 000 000. Ее составление начали в 1960 г. и закончили в 1978 г.

Кроме международных конгрессов проводились международные конференции, координационные совещания с экскурсиями по различным направлениям почвоведения. Создан Международный почвенный музей в Амстердаме с богатой коллекцией почв стран мира. В крупнейшем в России почвенно-агрономическом музее им. В. Р. Вильямса в Московской сельскохозяйственной академии открылась экспозиция почв зарубежных стран.

Большое количество работ почвоведов разных стран было переведено на все основные языки мира. В результате сложились новые представления о распространении, генезисе и классификации почв некоторых стран и континентов, стали известны новые типы

почв. В изучение почв мира, в составлении провой почвенной карты большой вклад внесли российские почвоведы — М. А. Глазовская, Н. Н. Розов, В. Г. Зольников, С. В. Зонн и др.

10. Период работ по охране и рациональному использованию почвенного покрова включает последнее время, когда возникли серьезные экологические проблемы, связанные с разрушением, деградацией и загрязнением почв. Эти проблемы подверглись серьезному обсуждению на всесоюзных съездах и международных конгрессах почвоведов, начиная с десятого, который проходил в Москве в 1974 г. Были приняты Стокгольмское воззвание по проблемам окружающей среды (1972), Самаркандское воззвание по земельным ресурсам мира (1976), Всемирный план действий по борьбе с опустыниванием (1977), Всемирная почвенная хартия (1981), Основы мировой почвенной политики (1982). Разработано большое число международных проектов в организациях системы ООН: карта деградации почв мира, социально-экономические аспекты потерь почв, классификация почв мира, проекты оказания помощи развивающимся странам по охране и рациональному использованию почвенного покрова.

Рассматривая историю почвоведения, мы убедились в том, что развитие науки о почве было тесно связано с решением производственных задач по получению необходимой растениеводческой продукции. Эти задачи остаются центральными и в настоящее время, но перед почвоведением стоят проблемы более углубленного изучения свойств почв и почвенных процессов, так как знания о них составляют научную основу для разработки новых, более эффективных агроприемов по повышению плодородия почв. Агроприемы должны обеспечивать бездефицитный баланс почвенного гумуса и улучшение его качественного состава; максимальное использование растениями почвенного биологического азота; повышение доступности растениям элементов питания, находящихся в твердой фазе почв и вносимых с удобрениями; сбалансированное питание растений; повышение катионной и анионной емкости почвенного поглощающего комплекса; оптимизацию ионообменного, окислительно-восстановительного, кислотно-щелочного, водного, температурного, воздушного и других режимов почв.

Из настоящего учебника студенты узнают обо всех этих свойствах почв и режимах, а это поможет им осмыслить сильные и слабые стороны современных агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур и, возможно, внести предложения по их совершенствованию. Надо всегда иметь в виду, что повышение плодородия почв может ограничиваться только недостатком наших знаний, недобросовестностью и несвоевременностью проведения агротехнических мероприятий.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение почвы как особого природного образования?
2. Почему почва является основным средством в производстве сельском хозяйстве и в чем ее особенности как средство производства?
3. Укажите основные разделы почвоведения ?
4. Какие главные задачи решает почвоведение на современном этапе?

Лекция №2

Тема: ОБЩАЯ СХЕМА ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

План лекции:

1. Общие особенности почвы как природного образования
2. Стадии и общая схема почвообразования
3. Энергетика почвообразования
4. Образование и эволюция почв

Планета Земля состоит из минералов и горных пород. Они являются основой почв и определяют многие их свойства. Поэтому для почвоведения чрезвычайно важны знания о распространении, образовании минералов и горных пород, их свойствах и изменениях во времени. В данной главе рассмотрены в основном минералы и горные породы, образовавшиеся в земной коре и гидросфере. Наиболее распространенные минералы и горные породы, составляющие твердую фазу почв, изучают на практических занятиях.

Общие особенности почвы как природного образования

Минерал — это природное химическое соединение, реже — самородный элемент. Минералы могут быть твердыми, жидкими и газообразными, например кварц (SiO_2), оливин $[(\text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{SiO}_4)]$, микролин $[(\text{K}, \text{Na})(\text{AlSi}_3\text{O}_8)]$, доломит $[\text{Ca}, \text{Mg}(\text{CO}_3)_2]$, гематит (Fe_2O_3), гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), галит (NaCl), сера (S), вода (H_2O), диоксид углерода (CO_2) и др.

Горная порода состоит из нескольких или одного минерала, занимающего значительное пространство. Например, гранит состоит в основном из кварца, полевого шпата и слюды; рыхлые горные породы — суглинки — представлены обломками < 1 мм большого количества минералов; пласты минерала галита многометровой мощности.

В настоящее время известно около 2800 минералов, но распространены они неодинаково. Минералы, наиболее часто встречающиеся и образующие основу многих горных пород, называют порообразующими.

Наибольшее распространение получили минералы, содержащие кислород, кремний и алюминий, так как эти элементы преобладают в земной коре — 82,58 %. Первые двенадцать элементов составляют 99,29 %, а на все остальные приходится всего 0,71 %.

Среднее содержание элементов в земной коре (по Кларку)

Элемент	% по массе	Элемент	% по массе
Кислород (O)	49,13	Титан (Ti)	0,61
Кремний (Si)	26,00	Углерод (C)	0,35
Алюминий	7,45	Хлор (Cl)	0,20
Железо (Fe)	4,20	Фосфор (P)	0,12
Кальций (Ca)	3,25	Сера (S)	0,10
Натрий (Na)	2,40	Марганец (Mn)	0,10
Магний (Mg)	2,35	Фтор (F)	0,08
Калий (K)	2,35	Барий (Ba)	0,05
Водород (H)	1,00	Азот (N)	0,04

Элементы иначе называют кларками — по фамилии ученого, определившего их среднее содержание в земной коре.

Следует обратить внимание на то, что в материнских породах почв и в разных генетических горизонтах содержание элементов иное, что связано с происхождением пород и почвообразовательными процессами.

Процессы образования минералов и горных пород. Выделяют три группы процессов образования минералов и горных пород.

Эндогенные. Они связаны с магматическими очагами, в основном приуроченными к базальтовому слою земной коры (см. рис. 1). Здесь господствуют высокие температуры и давление.

Экзогенны или гипергенные. Совершаются в гидросфере и в зоне осадочных пород, особенно активно в слоях, выходящих на поверхность и близко к ней залегающих. Для зоны экзогенных процессов характерны низкие температуры и низкое давление.

Метаморфические. Происходят главным образом в гранитном слое земной коры и ниже — в твердой массе глубинных пород под влиянием высокого давления и высоких температур, но недостаточных для перевода минеральной массы в расплавленное состояние.

Процессы образования минералов в эндогенной зоне. С эндогенной зоной земной коры связано течение магматических, пегматитовых, пневматолитовых, гидротермальных и вулканических процессов образования минералов. Все эти процессы протекают при остывании магмы (ультракислых, кислых, средних, основных и ультраосновных по содержанию SiO_2 расплавов); в них участвуют практически все известные элементы, но в разных количествах.

Под магматическими процессами минерало-образования понимают образование минералов при остывании основного минерального расплава магмы. В зависимости от температуры и давления выкристаллизовываются разные минералы. К минералам магматического происхождения относятся полевые шпаты (Лабрадор, микроклин, ортоклаз), слюда биотит, оливин, магнетит, апатит и др.

Пегматитовые процессы — сложные процессы кристаллизации минерального расплава в последние моменты его остывания. Образующиеся при этом минералы носят название пегматиты.

Компоненты раскаленных газов магматических очагов также вступают в реакцию с твердой массой ранее образовавшихся минералов. При этом происходят химические реакции, сопровождаемые изменением химического состава минералов и образованием новых минералов (эндогенный метасоматоз).

В результате гидротермальных процессов происходит выпадение минералов из горячих водных растворов магматических очагов при их остывании: непосредственно из раствора без побочных реакций, в результате реакций между соединениями раствора и за счет реакций растворенных соединений с минералами боковых пород земной коры (эндогенный метасоматоз).

Вулканический процесс минералообразования происходит при выбросе магмы на поверхность земной коры при ее прорыве из магматического очага. Место прорыва магмы — вулкан — может быть на суше и на дне моря. При вулканизме минералы образуются из всех трех компонентов магматических очагов: из минерального расплава, из газов и паров и гидротермальных растворов. Эти компоненты остывают на поверхности земной коры очень быстро, поэтому образуются минералы и породы пористой, стекловатой и скрытокристаллической структур. Вулканическое стекло — обсидиан, пемза, базальт и др. У минералов и горных пород вулканического происхождения имеются аналоги полнокристаллической структуры, образовавшиеся при медленном остывании глубоких магматических очагов.

Минералы, образовавшиеся из компонентов магмы, называют *первичными*. В результате тектонических движений земной коры отдельные ее области в течение геологического времени поднимаются и происходит горообразование. Первичные минералы, оказавшись на дневной поверхности, подвергаются воздействию воды, кислорода, диоксида углерода, живых организмов. Совершающиеся сложные химические процессы приводят к образованию новых минералов, называемых *вторичными*. Образование вторичных минералов происходит также в рыхлых приповерхностных слоях земной коры, в гидросфере и атмосфере.

Образование горных пород. Образование горных пород происходит в тех же зонах земной коры, в которых образуются минералы, так как горные породы состоят из минералов. Поэтому рассмотрение отдельно процессов образования горных пород от процессов

образования минералов условно. В основу классификации горных пород положено их происхождение, а отличия проявляются в составе минералов, строении и сложении.

В зависимости от зоны образования различают три генетических типа горных пород: магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические горные породы. Их подразделяют на глубинные (интрузивные), образовавшиеся при медленном остывании магмы в эндогенной зоне, состоящие из хорошо окристаллизованных минералов, и горные породы излившиеся (эффузивные), стекловатые, пористые, скрытокристаллической и порфириковой структуры, что обусловливается быстрым охлаждением магмы на поверхности Земли при извержении вулканов.

Для классификационных целей большое удобство представляет также деление магматических пород (интрузивных и эффузивных) по кварцевой основе, т. е. по среднему валовому содержанию SiO_2 как самой важной составной части. По этому признаку различают пять групп магматических пород.

Магматические породы	Среднее валовое содержание SiO_2 , %
I. Ультракислые	> 75
II. Кислые	65...75
III. Средние	52...65
IV. Основные	40...52
V. Ультраосновные	< 40

В связи с тем что эффузивные горные породы образуются из магм того же состава, что и интрузивные, существуют их взаимные аналоги по составу минералов. Основные классификационные принципы магматических горных пород показаны. Все магматические породы, так же как и минералы эндогенного происхождения, называют первичными.

Осадочные горные породы. Так называются породы, образовавшиеся в результате осаждения или химических солевых минералов в водных бассейнах, или органического материала в виде остатков растений, или землистых масс из суспензии текучих вод и т. д. Все осадочные горные породы относятся к вторичным образованиям. Особенно большая группа осадочных пород, представленная землистыми массами, образовалась в результате физического выветривания плотных магматических и метаморфических горных пород, неоднократного последующего физического разрушения (выветривания) и переотложения минеральной массы ветром, морем, реками, ледниками, ледниковыми, тальми и дождевыми водами.

Осадочные обломочные смешанные породы имеют для почвоведения особое значение. Так как на них сформировались почвы, они называются почвообразующими или материнскими. Большинство почвообразующих пород образовалось в последнее геологическое время — в четвертичный период, поэтому они называются четвертичными. Более древние породы, залегающие под четвертичными, в почвоведении относят к коренным породам, но при выходе их на поверхность они тоже становятся почвообразующими.

Классификация, распространение и основная характеристика почвообразующих пород.

Породы, отложенные в ледниковую эпоху, в послеледниковый (постгляциальный) период подвергались переотложению ветром, древними речными водными потоками, делювиальными (тальми и дождевыми) водами; наблюдались мерзлотные явления в породах и т. д. Поэтому на значительных площадях породы потеряли свой первоначальный вид и представлены делювиально-солифлюкционными суглинками, криоэлювием, перигляциальным аллювием, эоловыми песчаными отложениями и другими породами.

Пересортировка делювиальными водами четвертичных отложений и коренных пород, находившихся на дневной поверхности, привела к отложению на нижних частях склонов массы более мелкоземистых минеральных обломков, называемых делювием. На повышенных же элементах рельефа осталась более крупноземистая минеральная масса породы, получившая название элювий.

Осадочные обломочные породы, пересортированные и переотложенные речными (постоянно действующими) водными потоками, называются аллювием (аллювиальными отложениями).

Делювиальные водные потоки, действуя в горных областях, образуют пролювиальные отложения — пролювий, представляющий собой плохо отсортированные продукты физического выветривания плотных горных пород. При перемещении обломочного материала вниз по склону под влиянием силы тяжести его скопления называются коллювием.

Метаморфические горные породы. Метаморфической породой может быть любая осадочная или магматическая порода, которая при погружении в зону метаморфических процессов земной коры претерпевает изменения состава и структуры и приобретает новые качества под влиянием высокого давления, температуры, циркулирующих растворов и газов (т. е. факторов метаморфизма). Например, из глин образуются глинистые сланцы, из песчаников — кварциты, из известняков — мраморы, из гранитов — гранитогнейсы и т. д.

В целом в земной коре на долю магматических пород приходится около 95 %, а на осадочные — около 5 %. Если же рассматривать только гипергенную зону (включая гидросферу), то осадочных пород окажется около 70—75 %, а магматических — около 20—25 %. Метаморфические породы в данный расчет не входят; они причислены к тем породам, из которых образовались.

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются минералы от горных пород?
2. Почему в земной коре и в почвах преобладают минералы, содержащие кислород, кремний и алюминий?
3. Чем отличаются первичные минералы и горные породы от вторичных?
4. Какие породы являются почвообразующими? Охарактеризуйте эти породы.
5. На каком принципе построена классификация минералов и горных пород?

Лекция №3

Тема: ПРОИСХОЖДЕНИЕ И СОСТАВ МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТИ И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ

План лекции:

1. Источники и состав органического вещества почвы
2. Процессы превращения органических остатков и образования гумуса
3. Строение и свойства гумусовых кислот
4. Агрономическое значение органического вещества почвы и пути их регулирования

Органическое вещество почвы представлено живой биомассой (почвенная биота и живые корни растений), органическими остатками растений, животных, микроорганизмов, продуктами разной степени их разложения и специфически новообразованными гумусовыми веществами (гумусом).

Органическое вещество и его превращение в почве играют важную и разностороннюю роль в ее генезисе и формировании основных свойств, с которыми связаны развитие плодородия и фитосанитарные функции почвы. Изучение его состава, свойств, процессов трансформации, познание агрономического значения при земледельческом использовании почв издавна привлекали пристальное внимание исследователей. Без знания приемов регулирования содержания, состава и свойств органического вещества агроном не может максимально эффективно управлять почвенным плодородием.

Источники органического вещества почв. Основными источниками органического вещества почвы являются отмершие остатки растений в виде надземной и корневой масс. Органические остатки почвенной фауны поступают в меньших количествах. Масштабы поступающих в почву органических остатков растений, их состав, соотношение надземной и корневой масс зависят от состава зональной растительности и местных условий, определяющих ее продуктивность.

Небольшое количество органических остатков поступает в почвы тундры (примерно 1 т/га); затем оно нарастает от северной тайги к южной и далее к лесам лесостепи и травянистой растительности луговых степей. При переходе к степным зонам величина опада снижается из-за сухости климата; в нем возрастает доля корнеопада. В пустынной зоне опад минимальный (1 — 2 т/га); он вновь резко возрастает, достигая больших количеств, в лесах влажных субтропиков и тропиков (20 т/га и более).

В агроценозах количество поступающих в почву органических остатков сельскохозяйственных растений уступает естественным ценозам. Это связано, с одной стороны, с меньшей их продуктивностью в большинстве случаев, с другой — с ежегодным отчуждением с урожаем значительной части синтезированного растениями органического вещества.

Так, при возделывании зерновых культур с урожаем зерна и соломы отчуждение составляет около 50 % всей органической массы растений. Поэтому поступление растительных остатков в почву после распашки целинных степей в агроценозах уменьшается в 3—4 раза.

В зависимости от возделываемых культур количество поступивших в почву органических остатков колеблется от 2—3 (пропашные) до 7—9 (многолетние травы) т/га в год.

Характер поступления органических остатков в почвенный профиль неодинаков: в лесах основное их количество поступает на поверхность почвы, а в травянистых сообществах значительная часть (от 25—30 до 80—90 %) поступает непосредственно в почву в виде отмерших корней. Различный характер поступления опада имеет важное значение при дальнейших процессах его превращения. Химический состав сухих органических остатков представлен углеводами, белками, лигнином, восками, смолами и другими веществами.

В составе сухого вещества органических остатков содержатся зольные элементы (от 0,1—3,0 до 5—10%): калий, кальций, магний, кремний, фосфор, сера, железо и многие другие, в том числе микроэлементы.

От состава органических остатков зависят направление и темп их последующего превращения. Наиболее быстро трансформации (минерализации и гумификации) подвергается опад, богатый легкодоступными для микроорганизмов веществами (белками, аминокислотами, растворимыми углеводами) и основаниями (Ca, Mg).

Растительные остатки, богатые лигнином, дубильными веществами, смолами (хвоя, древесина), разлагаются медленно. Из опада культурных растений быстрее разлагаются остатки бобовых трав и медленнее — солома злаковых.)

Процессы превращения органических остатков и образование гумуса. Органические остатки, поступая в почву или на ее поверхность, подвергаются различным превращениям: механическому измельчению почвенной фауной, физико-химическим и биохимическим изменениям под влиянием микроорганизмов, мезо- и макрофауны почвы. Основными направлениями таких превращений являются минерализация органического вещества до конечных продуктов (CO₂, ББО и простых солей) и гумификация. При определенных условиях (избыток влаги, неблагоприятный состав опада, низкие температуры) можно наблюдать консервацию органических остатков в форме торфа. Кроме того, в процессе превращения органических остатков всегда образуются водорастворимые формы органических веществ. Такие формы превращения органического вещества могут иметь важное значение в генезисе некоторых почв (торфяные и др.), в миграции и аккумуляции веществ и других явлениях. Однако и для этих направлений трансформации органических остатков конечными стадиями

превращений будут минерализация и гумификация. Образование гумусовых веществ связано с развитием процесса гумификации.

Гумификация — совокупность сложных биохимических, физико-химических и химических процессов превращения органических остатков в гумусовые вещества.

Степень изученности процессов превращения органических остатков в гумусовые вещества не позволяет оформить в законченном виде теорию этого процесса. Существуют следующие три группы современных концепций процесса гумификации.

Конденсационная, или полимеризационная (Трусов, Кононова, Фляйг). Рассматривает гумификацию как процесс, состоящий из следующих звеньев: 1) образование исходных структурных единиц для формирования гумусовых веществ. Это продукты распада растительных тканей, отмерших микроорганизмов, их метаболизма и вторичного синтеза; все компоненты, включая простые соединения распада растительных тканей, могут быть источниками структурных единиц; 2) конденсация структурных единиц, осуществляемая путем окисления фенолов ферментами типа фенолоксидаз до хинонов, и взаимодействие последних с аминокислотами и пептидами; 3) поликонденсация (полимеризация) — химический процесс, характеризующий заключительное звено процесса гумификации.

Концепция биохимического окисления (Тюрин, Александрова). Рассматривает гумификацию как сложный биофизико-химический процесс превращения высокомолекулярных промежуточных продуктов распада органических остатков (белков, лигнина, полиуглеводов, дубильных веществ и др.) в гумусовые вещества. Главное значение в этом процессе придают реакциям медленного биохимического (ферментативного) окисления, в результате которого и образуются высокомолекулярные гумусовые кислоты. В последующем они подвергаются постепенной ароматизации, т. е. возрастанию в их молекулах доли ароматических компонентов за счет отщепления неустойчивых компонентов в периферической части молекул новообразованных гумусовых кислот.

Л. Н. Александрова рассматривает как составное звено гумификации последующее взаимодействие гумусовых кислот с минеральными соединениями почвы и зольными продуктами минерализации органических остатков. При этом формируются различные по сложности строения, свойствам и молекулярным массам Фракции гумусовых веществ. Наиболее высокомолекулярная часть образует гуминовые кислоты, а более дисперсная и менее сложная — фульвоки слоты.

Биологическая концепция. Рассматривает гумусовые вещества как продукт синтеза различных микроорганизмов. Микробиологами экспериментально доказана возможность образования темноокрашенных гумусоподобных соединений различными группами микроорганизмов. Можно предположить, что процесс гумификации в различных почвах включает как реакции конденсации и полимеризации, так и биохимического окисления. Состав уже сформировавшихся гумусовых веществ постоянно обновляется за счет включения в их молекулы органических соединений в виде отдельных фрагментов. Такой процесс изменения гумусовых веществ называется фрагментарным обновлением гумуса.

Количественной характеристикой процесса гумификации является коэффициент гумификации (K_G), показывающий, какая доля (в %) углерода органических остатков, претерпевающих превращения, трансформировалась в гумусовые вещества после полного разложения остатков. Величина K_G колеблется от единиц до десятков процентов и зависит от состава исходных растительных остатков, гидротермических, физико-химических (рН, Eh) и других условий их превращения. K_G солоमистого навоза в среднем принят за 25 %.

Состав органического вещества почвы. Органическое вещество почвы представлено двумя группами веществ: органическими остатками отмерших организмов (главным образом растений), в разной степени затронутых разложением, и продуктами их гумификации — гумусовыми веществами (гумусом).

Первая группа, называемая неспецифической частью гумуса, — это частично видимые невооруженным глазом остатки растений (и животных). Их содержание

существенно варьирует и зависит от состава растений, условий их роста и разложения и т. д. В состав неспецифической части гумуса также входит небольшая часть (10—15%), представленная веществами различных классов органических соединений — белков, углеводов, аминокислот, Сахаров, дубильных веществ, ферментов, веществ аллелопатической природы и др.

Основную часть органического вещества почв автоморфного ряда составляют специфические гумусовые вещества. Гумусовые вещества представляют собой смесь различных по составу и свойствам высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений, имеющих общие части строения и общность некоторых свойств.

Общность строения, состава и свойств гумусовых веществ проявляется: 1) в наличии и строении циклических и алифатических фрагментов; 2) в большом разнообразии веществ по молекулярным массам (от 700—800 до сотен тысяч); 3) в общности элементного состава (С, О, N, H) с содержанием С от 30 до 62 % и азота от 2,5 до 5 % в различных группах и фракциях; 4) в кислотных свойствах, обусловленных карбоксильными группами; 5) в наличии негидролизуемого азота (25—30 % общего N); 6) в высокой способности к соле- и комплексообразованию.

По растворимости и экстрагируемости из почвы гумусовые вещества делятся на следующие группы (групповой состав гумуса): фульвокислоты (ФК), гуминовые кислоты (ГК) и гумин.

Фульвокислоты — наиболее растворимая группа гумусовых веществ, менее сложная по строению, с более низкими молекулярными массами по сравнению с гуминовыми кислотами, с высокой миграционной способностью; характеризуются повышенной кислотностью и способностью к комплексообразованию; наиболее светлоокрашенная часть гумуса; преобладают в подзолистых, дерново-подзолистых, сероземах, красноземах и некоторых почвах тропиков.

Гуминовые кислоты — нерастворимая в минеральных и органических кислотах группа гумусовых веществ; характеризуются более сложным строением; имеют более высокие молекулярные массы, повышенное содержание углерода (см. табл. 10); преобладают в черноземах, каштановых почвах, серых лесных, дерновых и некоторых других.

Гумин — неэкстрагируемая из почвы кислотами и щелочами часть гумуса (нерастворимый остаток после экстракции фульво- и гуминовых кислот). Эти гумусовые вещества наиболее прочно связаны с глинистыми минералами.

Гуминовые и фульвокислоты могут подразделяться на фракции по молекулярным массам воздействием различными растворителями (фракционный состав) и другими приемами. Для гуминовых кислот наибольшую ценность как структурообразователь представляет фракция, связанная с кальцием (вторая фракция ГК); для фульвокислот наиболее показательна в оценке их «агрессивности» (реакционной способности) фракция, извлекаемая из почвы 0,1 н. серной кислотой и непосредственной обработкой 0,1 н. NaOH (фракции 1а и 1).

Изучение роли разнообразных форм органического вещества в генезисе и плодородии почв дало основание помимо вышеизложенных характеристик его состава разделять органическое вещество почвы на *лабильную* (мобильную) и *стабильную* части.

Такое разделение основано не только на различиях состава органического вещества этих групп, но и на оценке специфической роли каждой из них в формировании почвенного плодородия.

Мобильную часть составляют растительные остатки разной степени разложения, предгумусовая фракция (детрит) и подвижные формы гумусовых веществ (водорастворимая и слабо закрепленная минеральными соединениями часть гумуса). Эта группа органических веществ является весьма эффективным источником элементов питания, поскольку в такой форме растения находят наиболее сбалансированный по макро- и микроэлементам свой источник. Элементы питания относительно быстро переходят в усвояемое состояние при

ускоренной минерализации лабильного органического вещества по сравнению со стабильным гумусом.

Лабильная группа органического вещества имеет первостепенное значение как источник энергии и пищи для почвенной биоты. Установлено также, что растительные остатки улучшают физические и физико-механические свойства почвы.

Стабильная часть представлена гумусовыми веществами, прочно закрепленными минеральными соединениями (гумин, гуматы кальция, гуминово-глинистые комплексы и др.). Это устойчивая, медленно минерализующаяся часть органического вещества. Время его полного обновления составляет сотни и тысячи лет. Стабильный гумус — потенциальный резерв многих элементов питания. Однако наибольшее его агрономическое значение заключается в формировании благоприятных физических, водно-воздушных, физико-механических свойств, в выполнении почвой санитарно-защитных функций, в противозерозионной устойчивости почвы.

Недостаток лабильных форм способствует более быстрому разложению устойчивого гумуса, т. е. дегумификации. Поэтому систематическое восполнение в почве содержания свежего органического вещества, повышение объема и скорости его круговорота способствуют сохранению основной массы гумуса. В то же время избыточное поступление органических остатков, бедных азотом, может вызвать его микробиологическую мобилизацию за счет повышенной минерализации гумуса почвы.

Строение и свойства гумусовых кислот. В строении молекул гумусовых кислот различают наиболее устойчивую ядерную часть, структура которой представлена преимущественно циклическими соединениями, и периферическую часть, более динамичную, состоящую из углеводов и аминокислот. Для строения гумусовых веществ характерно участие различных функциональных групп (карбоксильных, спиртовых и фенольных гидроксильных, аминных, карбонильных и др.). С наличием функциональных групп связаны важные свойства гумусовых веществ и прежде всего их кислотная природа, способность к обмену катионов, к образованию комплексов.

Эти свойства гумусовых кислот определяют их активное взаимодействие с минеральными компонентами почвы: ионами (особенно основаниями), глинистыми минералами, оксидами железа и алюминия.

Основные типы такого взаимодействия следующие.

1. Сорбция гумусовых веществ минеральными соединениями, имеющая важное значение в закреплении гумусовых веществ в почве, в образовании водопропрочной структуры.

2. Образование комплексно-гетерополярных солей при взаимодействии гумусовых веществ с ионами поливалентных металлов (Fe^{3+} , Fe^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} и др.). Подобные соединения фульвокислот обладают повышенной растворимостью, играют важную роль в миграции и аккумуляции элементов, участвуют в питании растений.

Возможно образование таких соединений с ионами металлов-загрязнителей (Cd , Co , Sr и др.).

3. Образование простых гетерополярных солей (гуматов и фульватов) с ионами щелочных, щелочно-земельных металлов и ионами аммония. Основная часть гумуса в большинстве почв находится в виде органоминеральных продуктов взаимодействия гумусовых кислот с минеральными соединениями почвы.

Влияние условий почвообразования на гумусообразование и географические закономерности его проявления. Интенсивность и качественная направленность процесса гумификации и накопления образующегося гумуса в почве зависят от количества и качества поступающих в почву органических остатков, гидротермических условий их превращения, биологической активности почвы, физико-химических свойств, химического, гранулометрического и минералогического составов.

Образованию гумуса и закреплению гумусовых веществ благоприятствуют следующие условия: поступление в почву значительных количеств растительных остатков, обогащенных азотом и основаниями (Ca , Mg), и их превращение в условиях непосредствен-

ного контакта с минеральными компонентами; близкая к нейтральной или слабощелочная реакция; достаточное присутствие в почвах мобильных форм кальция (карбонаты, обменный кальций); оптимальный температурный и водно-воздушный режимы с периодическим кратковременным иссушением и промерзанием почвы, предохраняющими образующиеся гумусовые вещества от минерализации; умеренная окислительная среда без возникновения длительного и глубокого анаэробнозиса; умеренная биологическая активность.

Наиболее благоприятно такие условия складываются в Черноземной зоне, под луговой, лугово-степной и степной растительностью. Поэтому черноземы имеют хорошо выраженный гумусовый профиль. Неблагоприятно сказываются на гумификации и накоплении гумуса малое количество поступающих растительных остатков и высокое содержание в них трудно разлагаемых без азотистых веществ (лигнина, восков, смол, дубильных веществ, гемицеллюлозы и др.), сильнощелочная и кислая среда, отсутствие в почвах лабильных форм кальция, чрезмерно высокая или, наоборот, резко подавленная биологическая активность, низкие температуры и плохая аэрация.

В значительной степени такие условия создаются в таежной зоне под лесной растительностью. Ее опад в виде хвои, листьев, коры, веток поступает на поверхность почвы. Органические остатки бедны азотом и основаниями, обогащены трудно разлагаемыми безазотистыми веществами, разлагаются в условиях кислой реакции, слабой биологической активности и недостаточной аэрации в отдельные периоды. Все это тормозит гумификацию по типу образования гуминовых кислот, образуются преимущественно фульво-кислоты и неспецифические водорастворимые органические вещества. В понижениях рельефа или при слабой водопроницаемости пород возникают избыточное увлажнение и анаэробнозис, что резко тормозит минерализацию и гумификацию растительных остатков. Создаются условия для их консервации и образования торфяных продуктов.

К югу от Черноземной зоны нарастает сухость климата, уменьшается продуктивность естественной растительности, резко снижается количество поступающих в почву органических остатков при ухудшении их свойств. Недостаток увлажнения ограничивает проникновение корней в глубь почвы и период активной гумификации; минерализация усиливается.

Поэтому от Черноземной зоны к каштановым почвам сухих степей и далее к почвам полупустыни и пустыни уменьшаются мощность гумусовых горизонтов и содержание в них гумуса при нарастании в его составе доли фульвокислот.

В пределах каждого типа почв содержание гумуса тесно связано с гранулометрическим составом: чем он тяжелее и выше количество илистой фракции, тем выше процент гумуса.

Отмеченные географические закономерности гумусообразования определяют гумусное состояние почв различных зон.

Гумусное состояние почв — совокупность показателей, характеризующих содержание гумуса, его распределение по профилю, качественный состав и запасы. Для оценки количества гумуса используют: содержание гумуса в верхнем горизонте (в %), его изменение по профилю почв и запасы (в т/га). Основными показателями качественного состава являются: отношение $C_{гк} : C_{фк}$ (тип гумуса), содержание отдельных групп (групповой состав) и фракций (фракционный состав), обогащенность гумуса азотом (в %) и ряд других. По отношению $C_{гк} : C_{фк}$ различают следующие типы гумуса: гуматный ($> 1,5$), фульватно-гуматный (1 — 1,5), гуматно-фульватный (1—0,5) и фульватный ($< 0,5$).

Приведенные в таблице 10 данные гумусного состояния некоторых типов почв отражают рассмотренную зависимость процессов гумификации и гумусонакопления от ряда перечисленных ранее факторов.

Влияние различных приемов земледелия на режим органического вещества и гумусное состояние почв. В условиях сельскохозяйственного использования почв на режим органического вещества значительное влияние оказывают севооборот (набор и чередование культур), обработка и применение удобрений, водные мелиорации.

Влияние сельскохозяйственных культур зависит от их биологических особенностей и технологий возделывания. С биологическими особенностями культур связаны количество и состав корневых и пожнивных органических остатков как важнейшей приходной части баланса гумуса в пахотной почве.

Наиболее благоприятное влияние на режим органического вещества и баланс гумуса оказывают многолетние травы. Они оставляют большую часть синтезированного ими органического вещества после уборки, имеют более продолжительный период прижизненного воздействия на органическое вещество почвы (поступление органических веществ в форме корневых выделений и отмирающих корневых волосков), чем однолетние злаковые. Поэтому в почве под многолетними травами складывается бездефицитный, или положительный, баланс гумуса. Обогащенность органических остатков многолетних бобовых трав азотом выделяет их как благоприятную и лабильную форму свежего органического вещества, поступающего в почву.

Зерновые культуры уступают бобовым травам по содержанию азота и оснований в их органических остатках. С урожаем (зерно, солома) отчуждается большая доля созданного ими органического вещества. Поэтому под зерновыми культурами происходят потери гумуса (0,2—0,5 т/га), не восполняемые за счет гумификации их органических остатков.

Пропашные культуры уступают злаковым по количеству послеуборочных остатков, а минерализация гумуса при их возделывании значительно возрастает за счет неоднократных обработок. В связи с этим потери гумуса в почвах под пропашными более высокие. Особенно неблагоприятно влияет на баланс гумуса содержание почвы под чистым паром. Растительные остатки в почву не поступают (за исключением остатков сорных растений, отмершей фауны, водорослей). Почвы периодически обрабатывают (перепашка, культивация). Поэтому значительно возрастают потери гумуса за счет его минерализации, достигая 1—2 т/га.

Механическая обработка усиливает минерализацию органического вещества, в том числе гумуса. Поэтому сокращение частоты и уменьшение обработок снижают его потери. Несоблюдение противоэрозионных приемов обработки особенно отрицательно сказывается на режиме органического вещества почвы.

Применение удобрений оказывает сильное влияние на режим органического вещества. Органические удобрения (навоз, торфокомпосты и другие их виды, сидераты, солома) действуют на него положительно. Это заключается в том, что с органическими удобрениями уже вносится определенное и часто значительное количество гумусовых веществ, а негуминовая часть качественных органических удобрений (подстилочный навоз и др.) является благоприятной формой лабильного органического вещества и одновременно источником для последующей его гумификации. Интенсивность такого положительного действия органических удобрений определяется их качеством и дозой.

Главное воздействие минеральных удобрений на органическое вещество — косвенное. Оно проявляется через влияние на величину биомассы, создаваемой растениями, и на процесс превращения поступающих в почву органических остатков. При применении минеральных удобрений возрастает количество поступающих в почву органических остатков. Поступление оснований (Ca, Mg) с минеральными удобрениями и химическими мелиорантами при известковании и гипсовании почв положительно влияет на гумификацию и закрепление образующихся гумусовых веществ. Возможно и отрицательное действие минеральных удобрений на гумус почвы.

Агрономическое значение органического вещества почвы и пути его регулирования. Разносторонняя роль органического вещества в почвенном плодородии заключается в следующем.

1. В формировании питательного режима. Оно выступает как источник элементов питания, особенно азота. В органическом веществе заключено 98 % почвенного азота, около 80 — серы и 40—50 % фосфора.

Велика роль органического вещества как фактора трансформации элементов питания, т. е. превращения их из одних форм в другие, часто из менее доступных в более доступные. Например, мобилизация элементов из почвенных минералов при разрушении их кристаллических решеток органическими веществами с кислотными свойствами, образование различных водорастворимых и усвояемых растениями органо-минеральных соединений, содержащих в своем составе важные для растений зольные элементы питания (фосфор, калий, микроэлементы).

Растения на почвах с более высоким содержанием органического вещества (повышенной гумусности) выдерживают более высокие дозы минеральных удобрений без отрицательных последствий. Органические остатки, как отмечалось ранее, являются эффективным источником элементов питания для растений. Органическое вещество выступает и как косвенный фактор улучшения питательного режима, влияя положительно на весь комплекс физических свойств почвы, интенсивность биологических процессов и др.

2. Исключительно велико значение органического вещества в формировании физических и физико-механических свойств почвы (структура, плотность, пористость и др.). Здесь особенно велика роль гуминовой части органического вещества как важнейшего фактора образования водопрочной структуры.

3. Биологическая активность почвы, численность, состав и активность почвенных организмов (микроорганизмов, мезо- и макрофауны), ферментативная активность тесно связаны с содержанием и составом органического вещества. Особенно благоприятно эта функция органического вещества проявляется при поступлении в почву свежих органических остатков, богатых азотом и зольными элементами.

4. Специфическая часть гумуса оказывает определяющее влияние на физико-химические свойства почвы (емкость поглощения, буферность и др.). Это обстоятельство имеет особое значение на легких почвах, отличающихся низкой емкостью поглощения и буферностью их минеральной части.

5. Органическое вещество выполняет санитарно-защитные функции в почве. Они проявляются в ускорении детоксикации (разложения) пестицидов, закреплении в малоподвижные формы загрязняющих почву веществ в результате сорбции и комплексообразования. Поэтому допустимые уровни антропогенной нагрузки при поступлении в почву токсичных элементов, пестицидов и других вредных загрязняющих веществ значительно выше на хорошо гумусированных почвах.

В условиях химизации земледелия заметно снижается роль органического вещества как прямого источника элементов питания растений, поскольку регулирование питательного режима в значительной мере осуществляется за счет применения удобрений.

В то же время при интенсивном земледелии в регулировании плодородия возрастают значение санитарно-защитных функций органического вещества, его роль в формировании биологического режима, физических и физико-механических свойств.

Положительная роль отмеченных функций органического вещества в развитии и проявлении почвенного плодородия заметно возрастает в экстремальных условиях (недостаточное или избыточное увлажнение, загрязнение почвенной среды). Разносторонняя агрономическая и экологическая роль органического вещества в функционировании агроландшафтов определяет необходимость постоянной заботы агронома о регулировании органического вещества и его воспроизводстве.

К основным приемам регулирования и воспроизводства органического вещества при земледельческом использовании почв относятся: структура севооборотов, обеспечивающая определенный режим расхода органического вещества и поступления его в почву; осуществление приемов, способствующих получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур и, как следствие, поступлению в почву более высоких количеств органических остатков после уборки культуры; травосеяние; внесение органических удобрений; сидерация; приемы химической мелиорации, создающие благоприятные условия для гумификации и закреплении в почве вновь образованных гумусовых веществ.

При конкретном осуществлении этих приемов исходят из следующих принципов.

1. Воспроизводство органического вещества, повышение содержания гумуса и улучшение его качественного состава не являются самоцелью, а должны определяться поставленной задачей — улучшением комплекса конкретных свойств и режимов почв в соответствии с требованиями выращиваемых культур и технологий их возделывания.

2. Воспроизводство органического вещества должно предусматривать регулирование как его стабильных (гумуса), так и лабильных форм. При этом важное значение имеют масштабы вовлекаемого в круговорот свежего органического вещества в годичных и севооборотных циклах почвообразования.

3. Воспроизводство гумуса в условиях интенсивного земледелия должно осуществляться за счет ежегодно создаваемого органического вещества, его круговорота в системе взаимосвязанных звеньев сельскохозяйственного производства: земледелие — растениеводство — животноводство.

Привлечение дополнительных источников в форме торфокомпостов, сапропеля и других целесообразно лишь в специализированных севооборотах (овощных, кормовых) или при коренном улучшении гумусного состояния почв при критическом уровне содержания гумуса и должно осуществляться только при условии ненанесения экологического ущерба окружающей среде.

4. Приемы воспроизводства гумуса должны основываться на глубоком анализе составляющих приходную и расходную части его баланса.

Баланс гумуса в почвах может быть описан следующим уравнением: $B = (B_k + \text{Э}_d + \text{Э}_d) - (\text{Мин.} + \text{Э}_A + \text{Э}^{\wedge} + \text{М}_g)$, в котором приходную часть составляют: B_k — новообразование и включение продуктов разложения органических остатков в гумусовые вещества за счет растительных остатков и органических удобрений; Э_d — аэральный привнос почвенных материалов, обогащенных органическими веществами; Э_d — привнос почвенных частиц, содержащих гумус, с поливными водами или в результате водной эрозии (намытые почвы).

Расходную часть баланса составляют: Мин. — минерализационные потери почвенного гумуса; Э_A — потери органического вещества в результате ветровой эрозии; Э^{\wedge} — потери при развитии водной эрозии; М_g — вынос органических веществ в результате внутрипочвенной миграции.

Оценку баланса и разработку приемов воспроизводства органического вещества осуществляют на основе анализа всех его составляющих в почвах конкретных полей с учетом чередования культур.

Главными статьями расхода гумуса являются его минерализация и потери при эрозии. Поэтому агроном при осуществлении приемов регулирования органического вещества должен четко знать, где и в какой степени возможно проявление эрозии, и системой противозерозионных мероприятий резко снизить или полностью исключить эту расходную статью гумусового баланса. В соответствии с технологией возделывания культур он должен понимать, при выращивании какой культуры могут происходить наибольшие потери гумуса в результате его минерализации, и уметь снизить эти потери за счет возможного сокращения обработок или восполнения их путем внесения повышенных доз органических удобрений.

Главная статья приходной части баланса — вновь образующиеся гумусовые вещества за счет гумификации растительных остатков и органических удобрений.

В связи с этим внимание агронома должно быть обращено на получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур (многолетних и однолетних трав, зерновых и др.), которые оставляют после уборки наибольшее количество органических остатков, и агротехническими приемами способствовать усилению процессов гумусообразования и закреплению вновь образующихся гумусовых веществ (глубина заделки, известкование и др.).

Внесение органических удобрений — обязательный прием регулирования режима органического вещества почвы. Их дозы, поддерживающие бездефицитный или

обеспечивающие положительный баланс гумуса, варьируют в зависимости от типа почв, климатических условий, севооборота и других факторов.

Периодическое (через 5—10 лет) определение содержания гумуса в пахотном слое позволяет судить о динамике его баланса.

К количественной оценке содержания гумуса в почве возможны два подхода — генетический и агрономический. Параметры генетической оценки предусматривают следующие уровни содержания гумуса (в горизонте А или $A_{\text{пах}}$): очень высокое — $> 10\%$; высокое—10—6; среднее —6—4; низкое —4—2 и очень низкое — $< 2\%$. Такая градация основана на сравнительной оценке накопления гумуса в верхнем горизонте почвы в результате естественного почвообразовательного процесса.

При агрономической оценке исходят из учета комплексного влияния гумуса на агрономические свойства почв и уровень их плодородия применительно к конкретным типам почв с учетом их использования под те или иные культуры. Например, требование гумусированности почв при возделывании овощных культур более высокое, чем при выращивании зерновых. Целесообразно выделять следующие четыре уровня агрономической оценки содержания гумуса: высокий (перспективный), средний, низкий и критический.

Высокий уровень характеризуется диапазоном показателей, приближающихся к естественным целинным почвам. Он позволяет получать максимальный урожай возделываемых культур высокого качества при минимальных дозах химических удобрений и затратах на производство продукции.

Средний уровень должен обеспечивать получение высоких урожаев при выполнении всего комплекса зональной агротехники и применении удобрений в средних и высоких дозах. Он, так же как и высокий, отвечает требованиям устойчивости земледелия, хорошей сопротивляемости почв деградации при больших технологических нагрузках.

Поскольку высокий (перспективный) уровень содержания гумуса труднодостижим, а средний уровень обеспечивает получение устойчиво высоких урожаев и отвечает экономическим и экологическим требованиям земледельческого использования почв, то его можно принять за оптимальный уровень.

Количественные показатели такого уровня существенно варьируют в зависимости от типа почв, гранулометрического состава, фациально-провинциальных условий гумусообразования, возделываемых культур, степени техногенных нагрузок. Например, для пахотных дерново-подзолистых почв Удмуртии указывается оптимальный показатель содержания гумуса: для суглинистых —2,5—3%, супесчаных —2—2,5, песчаных —1,6—2,0%, для Ленинградской области —соответственно 4,0—5,0, 3,0—3,5% и для черноземов ЦЧЗ легко- и среднесуглинистых —5,0—7,0%.

Низкий уровень характеризуется при применении зональной агротехники постоянно более низкими средними урожаями. Под критическим уровнем содержания гумуса понимают такое его количество, при котором существенно ухудшаются агрономические свойства почвы и ее способность противостоять агрогенным нагрузкам. При этом плотность почвы, ее структурное состояние, физико-механические свойства пахотного слоя приближаются к свойствам почвообразующих пород.

Для пахотных дерново-подзолистых суглинистых почв таким рубежом обычно является содержание гумуса $< 1,0\%$, для черноземов $< 2,0\%$. Это ориентировочные показатели, которые могут изменяться в почвах разных типов в зависимости от гранулометрического состава, биологической активности, гидротермических условий и др. Такой уровень гумусированности не обеспечивает хороших устойчивых урожаев и требует специальных мероприятий по улучшению гумусного состояния почв (разовое внесение высоких доз органических удобрений, выделение почв в выводное поле под залужение и др.). Критический уровень может быть следствием низкой гумусности исходной целинной почвы, но обычно он возникает в результате эрозии, отсутствия систематического внесения органических удобрений и других приемов по эффективному воспроизводству органического вещества.

При среднем уровне гумусированности почв главная задача регулирования гумусного состояния — обеспечение содержания бездефицитного баланса гумуса. При низком и критическом уровнях необходимо проведение мероприятий, обеспечивающих его положительный баланс.

Необходимо отдельно пояснить, что такое равновесное содержание гумуса. Под равновесным содержанием гумуса понимается такое устойчивое его количество, которое устанавливается в почве при длительном ее использовании в условиях конкретного севооборота, стабильного уровня применения удобрений и приемов обработки. Равновесное состояние может возникать при любом уровне гумусированности почв (от критического до высокого).

Максимального эффекта приемы улучшения режима органического вещества в почвах достигают, когда их осуществляют при устранении или существенном ослаблении свойств почвы, лимитирующих создание урожая (избыточная кислотность, засоленность, заболоченность, эродированность, каменистость и др.).

Контрольные вопросы

1. Назовите основные источники органического вещества почвы.
2. Что такое гумус? Дайте характеристику его состава и свойств.
3. Каковы главные показатели гумусного состояния почв?
4. Раскройте роль органического вещества, его гумусовой и негумусовой частей в формировании плодородия.
5. Назовите главные составляющие баланса гумуса в почвах и укажите особенности его формирования в пахотных и целинных почвах.
6. Как регулируют гумусное состояние почв?

Лекция №4

Тема: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ

План лекции:

1. Содержание химических элементов в породах и почвах
2. Формы соединений химических элементов в почвах и доступность их растениям
3. Микроэлементы почв
4. Радиактивность почв

Химический состав почвы - важный фактор почвенного плодородия, поскольку многие элементы питания растений не входят в состав минеральных удобрений. Хотя в растениях обнаружено более 70 химических элементов, роль большинства из них пока окончательно не установлена. В настоящее время к числу необходимых элементов питания растений относят 20 химических элементов (азот, фосфор, калий, углерод, сера, кальций, магний, натрий, железо, кислород, водород, хлор, медь, цинк, бор, молибден, йод, марганец, кобальт, ванадий). Еще 12 элементов считают условно необходимыми (кремний, алюминий, серебро, литий, никель, фтор, свинец, титан, стронций, кадмий, хром, селен). Каждый элемент выполняет определенные физиологические функции в растении. При недостатке или избытке какого-либо элемента растения хуже растут и развиваются. Однако при этом важное значение имеет не только валовое содержание элемента, но и форма его нахождения в почве.

Содержание химических элементов в породах и почвах

Почва является четырехфазной системой. Она включает твердую, жидкую, газообразную и живую фазы. Каждая фаза имеет специфический химический состав. Твердая фаза автоморфных почв является преобладающей по массе и преимущественно состоит из

минеральных — 80-90% и, в меньшей мере, — 10-15% — органических веществ. Минеральная часть почвы в основном состоит из кислорода и кремния. Затем идут в убывающем порядке алюминий и железо, кальций, калий, натрий и магний (табл. 1). Эти 8 элементов в сумме составляют около 99% минеральной части почв и почвообразующих пород. Около 1% приходится на все остальные элементы. Среди них повышенное содержание имеют титан, фосфор, марганец, сера и хлор, водород и углерод, которые относятся к макроэлементам. Очень незначительную часть почвы занимают микроэлементы: Cu, Zn, Mo, B, Pb и др. Углерод, азот и, частично, водород, сера и фосфор содержатся в основном в составе органических веществ.

Таблица 1. Содержание (в весовых процентах) химических элементов в литосфере и почвах (А.П.Виноградов)

Элемент	Литосфера	Поч33.0ва	Элемент	Литосфера	Почва
O	47.2	49.0	Mg	2.10	0.63
Si	27.6	33.0	C	0.10	2.00
Al	8.8	7.13	S	0.09	0.085
Fe	5.1	3.80	P	0.08	0.08
Ca	3.6	1.37	Cl	0.045	0.01
Na	2.64	0.63	Mn	0.09	0.085
K	2.60	1.36	N	0.01	0.10

Литосфера и почвы имеют близкий химический состав. Однако в составе почв значительно больше содержится углерода и азота, что связано с их биологическим накоплением в составе органических веществ. Несколько больше в почвах, по сравнению с литосферой, содержится кислорода, водорода и кремния и меньше — алюминия, железа, кальция, магния, натрия, калия и других металлов, что связано с процессами выветривания и почвообразования. В результате этих процессов относительно накапливается кремний в составе устойчивых к выветриванию минералов и, прежде всего, кварца; выносятся за пределы почвенного профиля алюминий, железо и др. элементы.

Валовой состав минеральной части почвы принято выражать в виде процентного содержания оксидов на сухую навеску, а также на прокаленную почву. Пересчеты на безгумусную, безкарбонатную и прокаленную почву необходимы для суждения о перераспределении элементов в почвенном профиле в процессе почвообразования.

В большинстве типов почв преобладают оксиды кремния (SiO₂). Содержание их в среднем составляет 60-70%, с колебаниями от 30% в ферраллитных почвах тропиков до 95% в песчаных почвах. На долю полуторных оксидов (R₂O₃), основную часть которых составляют оксиды железа и алюминия, приходится, в среднем, 15-20%, с колебаниями от 1-2% в песчаных почвах до 50 и более — в ферраллитных почвах тропиков. Валовое содержание оксидов кальция, магния, калия и натрия в сумме составляет 56%, с колебаниями от 1-2% в песчаных до 20% и более в засоленных почвах и в почвах, формирующихся на породах с повышенным содержанием карбонатов. Содержание остальных оксидов (TiO₂, P₂O₅, SO₃ и др.) в сумме составляет около 1%.

Формы соединений химических элементов в почвах и доступность их растениям

Один и тот же элемент образует разные по растворимости и подвижности соединения, от которых зависят доступность их растениям, способность к миграции, реакция среды, участие в реакциях обмена, осаждения, комплексообразования, в окислительно-восстановительных процессах и т. п.

В почве химические элементы находятся в следующих формах: в кристаллической решетке первичных и вторичных минералов, в составе аморфных гидроксидов, в органическом веществе и органо-минеральных производных, в обменном и необменном состоянии, в почвенном растворе и в почвенном воздухе. Разнообразие форм обусловлено процессами выветривания и почвообразования, сопровождающимися трансформацией первичных минералов и формированием системы гумусовых веществ. В результате этих

процессов образуется большая группа соединений (органических, минеральных и органо-минеральных) вторичного происхождения.

Для растений и микроорганизмов наиболее доступны те элементы, которые находятся в почвенном растворе, в обменном состоянии и в составе легкоразлагаемого органического вещества. Водорастворимые вещества наиболее миграционно-способные. В меньшей степени в миграционные процессы вовлекаются коллоидные и илистые частицы.

Кислород. Образует много разнообразных соединений. Он входит в состав органического вещества, первичных и вторичных минералов, содержится в почвенном воздухе, органических и минеральных соединениях почвенного раствора. При дефиците свободного кислорода в почве создаются анаэробные условия.

Водород. Присутствует в почвах главным образом в составе воды, угольной кислоты и в органическом веществе, а также в кислых солях и гидроксильных ионах. Часть водорода находится в почвенном растворе и в обменном состоянии, обуславливая актуальную а потенциальную кислотность почвы.

Кремний. Валовое содержание оксида кремния (SiO_2) в почвах варьирует в широких пределах от 30.40 % в ферраллитных почвах тропиков до 90...98% в песчаных почвах. Однако в среднем оно составляет 60...70%. Кварц - наиболее распространенное соединение кремния в почвах - кремний входит и в состав различных силикатов и алюмосиликатов. В результате процессов выветривания и почвообразования они разрушаются и кремний переходит в почвенный раствор в форме анионов орто- и метакремниевой кислот а затем осаждается в виде гелей — аморфных осадков. Постепенно теряя воду, аморфный гель кремнезема превращается в опал и халцедон или же кристаллический кварц вторичного происхождения.

Обычно в почвах обнаруживается незначительное количество водорастворимого кремнезема (до 10...50 мг/л). С увеличением рН среды растворимость кремнезема возрастает. Так, в щелочных содовых растворах, равном 10.11, его содержание достигает 100...200мг/л. Однако сульфаты, карбонаты и гидрокарбонат кальция и магния, присутствующие в почве, подавляют растворимость кремнезема и вызывают осаждение SiO_2 , если он находится в форме силиката натрия. В условиях влажных тропиков часть высвободившегося кремнезема вымывается из почв (процесс десиликации). В аридных зонах при поступлении кремнезема из щелочных грунтовых вод он образует в почве кремнеземистые цементированные горизонты прослой и коры.

Алюминий. Валовое содержание в почвах Al_2O_3 обычно колеблется от 1...2 до 15...20%, достигая в латеритах 50% массы почвы. Наряду с кремнием и кислородом алюминий - важнейший компонент алюмосиликатов. Поведение алюминия, освобождающегося при разрушении первичных и вторичных минералов, зависит от реакции среды.

В кислой среде — это катион Al^{3+} , в щелочной — анион $\text{Al}(\text{OH})_4$. При поступлении в почвенный раствор Al^{3+} образуются комплексные ионы, гидролизованные в различной степени. Они имеют кислотные свойства, так как при взаимодействии с водой освобождаются ионы H^+ .

Гидроксид алюминия выпадает в осадок в виде аморфного геля, который в дальнейшем приобретает кристаллическую структуру с образованием гиббсита и бёмита. Частично $\text{Al}(\text{OH})_3$, может оставаться в почвенном растворе в виде золя. В кислой среде он взаимодействует с фульвокислотами и низкомолекулярными органическими веществами с образованием подвижных комплексных соединений, в форме которых мигрирует в почвенном профиле. Коллоидный гидроксид алюминия часто связывается с гелем кремнезема противоположного знака заряда, образуя смешанный гель - аллофан.

В обменной форме Al^{3+} в значительных количествах присутствует в кислых почвах, где он вместе с H^+ насыщает часть поглощающего комплекса. Обменный алюминий уравнивает алюминий почвенного раствора. В кислых почвах обменный алюминий часто переходит в необменную форму, закрепляясь в межпакетных пространствах разбухающих минералов, особенно вермикулитов.

Обменный и водорастворимый алюминий ухудшают минеральное питание растений, переводя фосфор в труднорастворимые соединения и препятствуя поглощению двухвалентных катионов. Кроме того, алюминий токсичен для многих культур. Под его влиянием ухудшается развитие корневой системы, нарушается углеводный и азотный обмен в растении.

Железо. Относится к элементам, выполняющим важнейшие функции в растениях. Без него в зеленых частях растений не образуется хлорофилл, так как железо — необходимая составная часть системы ферментов, участвующих в синтезе хлорофилла. Железо регулирует процессы окисления и восстановления сложных органических соединений в растениях. Его недостаток вызывает хлороз и распад ростовых веществ (ауксинов), синтезируемых растениями.

По соединениям железа, находящимся в почвах, можно судить о многих свойствах почв, а также о элементарных почвенных процессах и генезисе почв. Цвет почвы зависит от степени гидратации соединений железа. Так, красный цвет в основном связан с присутствием сильноокристаллизованных оксидов железа, желтый — с преобладанием слабоокристаллизованных гидроксидов, соединения железа (II) придают почве сизую, серо-голубоватую или зеленовато-оливковую окраску. Повышенное содержание аморфных форм соединений железа показатель палео- или современного гидроморфизма. По распределению железа в почвенном профиле можно судить о процессах лессиважа, иллювиирования, панцере- и латеритообразования. В гидратированном состоянии и в контакте с глиногумусовым комплексом соединения железа способствуют образованию пористых, водопрочных агрегатов. Железо важный компонент окислительно-восстановительной системы почвы, участвует в образовании разнообразных конкреций.

Общее содержание в почве Fe_2O_3 колеблется в широких пределах от 0,5... 1,0 % в песчаных почвах до 20...80% в феррильных почвах и латеритах тропиков.

Формы соединений железа в почве разнообразны. Оно находится в составе различных первичных и вторичных минералов, в виде аморфных гидроксидов простых солей, в обменном состоянии, участвует в образовании комплексов. Одна из важнейших особенностей железа способность менять валентность, поэтому его присутствие в почвах в виде Fe^{2+} или Fe^{3+} сильно зависит от окислительно-восстановительного режима.

В результате разрушения минералов при выветривании и почвообразовании выевобождается гидроксид железа $Fe(OH)_3$. Это малоподвижное и аморфное соединение образуется практически во всех почвах, если только в раствор поступает свободное железо.

Водорастворимое (нонне) железо изучено недостаточно. Ионы железа (III) присутствуют только в сильноокислой среде (при pH, равном 3 и ниже) и при высоких (близких к 800 мВ) значениях окислительно-восстановительного потенциала (ОВП). Такие сочетание в почвах встречаются редко. При более высоких значениях pH железо осаждается в форме гидроксида $Fe(OH)_3$, а при подщелачивании среды образуются анионы $Fe(OH)$. Железо (II) в значительных количествах присутствует только в переувлажненных и затопленных почвах. Восстановление железа начинается при ОВП ниже 300...400 мВ, причем чем выше pH, тем больше должно быть снижение ОВП, при этом образуются такие соединения, как $FeCO_3$, $Fe(HCO_3)_2$, $FeSO_4$, $Fe_3(PO_4)_2 \times 8H_2O$, FeS , а в щелочной среде — ферроферригидроксид $Fe_3(OH)_8$. Водорастворимое железо поглощается почвенными коллоидами и переходит в обменное состояние в виде Fe^{2+} . В гидроморфных гумусированных и биологически активных почвах содержится до 18 мг-экв/100 г обменного Fe^{2+} .

Железо активно с органическими веществами и фульвокислотами с образованием прочных комплексных железоорганических соединений, способных к миграции в почвенном профиле. Органические вещества не только вступают во взаимодействие с ионным железом, оксидами и гидроксидами железа, но и способны извлекать его из кристаллической решетки первичных минералов и глинистых вторичных минералов.

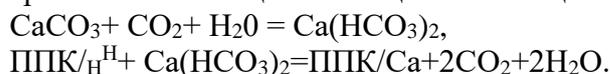
Кальций. Этот элемент имеет огромное значение не только в питании растений, но и в почвообразовании. Кальций содержится во всех растительных клетках. При его недостатке прежде всего замедляется развитие корневой системы растений, корни ослизняются и быстро загнивают, а при кальциевом голодании отмирает верхушечная почка и прекращается рост стебли. Кальций влияет на прочность надземных частей растений и качество продукции растениеводства.

Соединения кальция создают благоприятные условия для трансформации органических остатков, гумусообразования, участвуют в образовании глинистых минералов, влияют на природу глиногумусовых комплексов, играют важную роль в биологических процессах. Кальций - эффективный коагулятор почвенных коллоидов, он также способствует формированию агрономически ценной структуры почвы.

Содержание кальция в бескарбонатных почвах составляет 1...3%. Он входит в состав кристаллической решетки многих минералов. Может находиться как в обменно-поглощенном состоянии, так и в форме простых солей (хлоридов, нитратов, карбонатов, сульфатов и фосфатов). В процессе почвообразования в аридных регионах много кальция накапливается в форме вторичного кальцита (CaCO_3) и гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Гидрогенным путем могут образовываться известковые или гипсовые коры.

Карбонат кальция присутствует в почвах в двух формах: активной и неактивной. Неактивные карбонаты представлены крупнозернистым или обломочным кальцитом и сосредоточены в крупных фракциях (размером более 1 мкм). Они малорастворимы в воде, насыщенной CO_2 , проявляют невысокую химическую активность, не влияют на поглощающий комплекс и представляют собой резерв кальция, способного переходить в активную форму.

Активные карбонаты сосредоточены во фракциях размером менее 1 мкм. Взаимодействуя с почвенным раствором, насыщенным CO_2 , они переходят в гидрокарбонаты и насыщают кальцием поглощающий комплекс.



Свободный углекислый кальций обуславливает слабощелочную реакцию почвенного раствора. В бескарбонатных почвах кальций, насыщая поглощающий комплекс, придает им нейтральную реакцию среды. В почвах с промывным типом водного режима при низком содержании обменного кальция реакция среды кислая.

Обычно растения не испытывают недостатка в кальции. Однако на растениях, произрастающих на кислых и сильнокислых почвах, особенно легкого гранулометрического состава, будет сказываться недостаток кальция.

Магний. Входит в состав многих органических веществ, образующихся в растениях важнейшее из которых хлорофилл, придающий листьям зеленый цвет и поглощающий энергию солнечных лучей. Магний положительно влияет на потребление растениями, особенно цитрусовыми, питательных веществ, насыщая вместе с кальцием почвенный поглощающий комплекс, магний способствует созданию нейтральной реакции среды. Вместе с тем при повышенном содержании обменного магния почвы характеризуются лабильными агрофизическими свойствами. В таких почвах образуются подвижные гуматы и фульваты магния, что снижает почвенное плодородие.

Валовое содержание магния в почвах близко к содержанию кальция. Как и кальций, он находится в кристаллической решетке первичных и вторичных минералов, в обменном состоянии и в форме различных солей — карбонатов, сульфатов и хлоридов. В аридных регионах при засолении почв соли магния накапливаются в избыточных количествах и оказывают угнетающее действие на растения. В почвах с реакцией среды, близкой к нейтральной, магний занимает второе место после кальция среди обменных катионов. Дефицит магния испытывают растения, произрастающие на почвах легкого гранулометрического состава.

Калий. Этот элемент наравне с азотом, фосфором и серой интенсивно поглощают растения, особенно такие, как картофель, корнеплоды, травы, табак, овощные культуры. Валовое содержание калия в почвах относительно высокое (до 2.3 %). Основная часть его входит в кристаллическую решетку первичных и вторичных минералов и доступна для растений. Однако из некоторых минералов (биотита мусковита) растения сравнительно легко извлекают этот элемент.

Калий, представленный простыми солями почвенного раствора, легко доступен растениям но главная роль в питании растений принадлежит обменному калию, адсорбированному на поверхности почвенных коллоидов. Обменный калий, подобно иону способен переходить в необменную форму. Такое явление известно как ретроградация. Между обменной и необменной формами калия существует определенное равновесие. При потреблении обменного калия его запасы пополняются за счет необменного. Переход из одной формы в другую возможен при определенных условиях. Так, переход калия в необменное состояние происходит при повышении pH и избытке ионов Ca^{2+} в растворе, иссушении почвы и сокращении межпакетных расстояний минералов с разбухающей решеткой. Обратному процессу способствуют биологическое поглощение обменного калия и гидратация минералов.

Натрий. Валовое содержание натрия в почве составляет 1.3%. Он сосредоточен главным образом в кристаллической решетке первичных минералов. Преимущественно натрий содержащих полевых шпатов, присутствует в обменном состоянии и в почвенном растворе в составе водорастворимых солей Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, Na_2SO_4 , $NaCl$ и $NaNO_3$. При достаточном увлажнении соли натрия легко выносятся из почвенного профиля благодаря высокой растворимости и подвижности, а в аридных регионах вместе с другими солями аккумулируются в почвах, вызывая их засоление. Это отрицательно сказывается на развитии растений, для которых особенно токсична соль Na_2CO_3 . Почвенное плодородие снижается и при высоком содержании обменного натрия. Когда его доля в составе обменных катионов превышает 10% емкости обмена, существенно ухудшаются агрономические свойства почв, что вынуждает проводить их мелиорацию.

Углерод. В почвах находится в составе органического вещества и в составе солей — карбонатов и гидрокарбонатов. Содержание органического углерода колеблется от долей процента в песчаных почвах, бедных органическим веществом, до 6...7% и более в черноземах и некоторых дерновых почвах, а в торфяных почвах и торфянистых горизонтах достигает десятков процентов. Содержание углерода минеральных соединений также изменяется в широких пределах: от долей процента в почвах с промывным водным режимом до десятков процентов в аридных регионах, где он аккумулируется в почвах в составе карбонатов. Значительное количество углерода находится в углекислом газе почвенного воздуха.

Азот. Это важнейший элемент питания растений. Он почти целиком сосредоточен в органическом веществе почвы и клетках живых организмов. Азот составляет, как правило, 1/10...1/20 часть от содержания органического углерода. Накопление азота в почве обусловлено биологической фиксацией его из атмосферы. В почвообразующих породах этого элемента очень мало.

Азот доступен растениям главным образом в виде аммония, нитратов и нитритов, хотя последняя форма в почвах практически не содержится. Аммонийный и нитратный азот - основные формы азотистых соединений, которые усваивают растения. Аммонийный азот находится в почве в свободном состоянии и в почвенном растворе, из него аммоний поглощается отрицательно заряженными почвенными коллоидами и переходит в обменную форму. Часть обменно поглощенного аммония фиксируется в межпакетных пространствах разбухающих минералов и теряет способность к обмену, трансформируясь в необменную форму.

Ион NO_3^- в большинстве почв находится преимущественно в почвенном растворе и легко поглощается растениями. В то же время он легко вымывается за пределы почвенного

профиля атмосферными осадками. В почвах с высоким содержанием положительно заряженных коллоидов железа и алюминия, таких как ферраллитные почвы может присутствовать в обменно-поглощенном состоянии.

Фосфор. Валовое содержание фосфора в почвах невысокое -0,1...0,2%. Однако его активно поглощают растения, поскольку он входит в состав многих органических соединений, без которых невозможно функционирование живых организмов. В почвах фосфор представлен органическими и минеральными соединениями. органическое вещество почвы - резерв подвижного фосфора, поскольку оно содержит до 60...80% всех запасов фосфора. Органические соединения фосфора представлены фосфолипидами, фосфопротеинами, сахарофосфатами. Значительная часть фосфора входит в состав гумусовых веществ. Так, в гуминовых кислотах содержится до 50.80 % всего органического фосфора почвы. Растительные остатки также богаты этим элементом. Фосфор органических соединений переходит в доступную форму после минерализации их микрофлорой.

Среди минеральных соединений фосфора важнейшую роль играют соли ортофосфорной кислоты H_3PO_4 .

Фосфат-ион в обменном состоянии удерживается на поверхности глинистых минералов обменными двух- и трехвалентными катионами или катионами кристаллических решеток. Таким путем из почвы поглощается до 1% фосфора. У аморфных гидроксидов способность к поглощению фосфора выше, чем у глинистых минералов: для $Fe(OH)_3$ она составляет 4%, для $Al(OH)_3$ - около 25%. Важную роль в удержании фосфора играют гидраты железа, входящие в органо-минеральные комплексы. Свободный алюминий удерживает фосфор в менее растворимой форме, чем обменный или AP кристаллических решеток. Окристаллизованные гидроксиды (гиббсит и гётит) фосфор практически не поглощают. В почвах, содержащих карбонаты в активной форме, фосфор сохраняется в обменной форме при не слишком высоких значениях pH и достаточном содержании гумуса.

Ф. Дюшофур считает, что между фосфором почвенного раствора и фосфором, поглощенным коллоидами, существует постоянный обмен, приводящий к равновесному состоянию между обменным и растворимым фосфором. Вследствие этого всякие изменения в концентрации фосфора немедленно компенсируются путем обмена, однако часть почвенного фосфора (нерастворимые фосфаты) не участвует в этом кинетическом обмене.

Фосфор теряет растворимость и способность к обмену в результате осаждения и включения в кристаллические образования. Осаждение происходит при наличии растворимого и обменного фосфора в очень кислой (и восстановленной) среде, содержащей растворимые ионы Al_3 или Fe_2 . В результате осаждения образуются нерастворимые фосфаты железа или алюминия с соотношением фосфор-металл порядка 1:2, тогда как для фосфора адсорбированного поверхностью коллоидальных гидроксидов оно равно 1:100 или 1:500.

В почвах происходит медленная и постепенная потеря фосфором растворимости что возможно в результате следующих процессов:

- проникновения фосфат-ионов в межплоскостные пространства глинистых минералов во время приобретения гелями слоистой структуры или раздвигания слоев у некоторых разбухающих минералов;
- образования железистых конкреций и поглощения ими фосфат-ионов а также включения фосфат-ионов в минералы типа гётита или гиббита в процессе кристаллизации соответствующих гидроксидов;
- фиксации фосфатов в карбонатной среде, когда pH поднимается выше 8 и фосфаты переходят в менее растворимое и более состояние.

Доступность фосфора растениям у почв разных типов неодинакова. Сравнительно легко переходит в раствор фосфор, удерживаемый глинистыми минералами глиногумусового комплекса. В кислых почвах доступность фосфора растениям резко падает вследствие связывания его свободным алюминием и включения в железистые конкреции. При высоком содержании карбонатов доступность фосфора растениям также низкая.

Известкование кислых почв, свежее органическое вещество, служащее источником подвижных гумусовых веществ, способствуют растворению фиксированного фосфора и повышают его доступность растениям. Выращивание бобовых трав способствует мобилизации почвенных фосфатов, поскольку они энергично экстрагируют фосфор, даже малорастворимый. Разлагающиеся остатки бобовых трав в дальнейшем будут служить источником растворимого фосфора для других культур.

Сера. Это важный элемент питания растений, она необходима для синтеза аминокислот и ферментов. Ее содержание в верхних горизонтах незасоленных почв колеблется в широких пределах — от 0,01 до 0,2, 0,4%, в засоленных достигает нескольких десятков процентов. Повышенное содержание серы в почвах наблюдается при загрязнении их промышленными отходами, в местах выпадения с осадками газообразных выбросов соединений серы. Сера входит в состав разнообразных органических и минеральных соединений. В верхних гумусовых горизонтах почв на долю органических соединений приходится 70...80% всех запасов серы, доля минеральных соединений увеличивается по мере снижения содержания гумуса и накопления легкорастворимых солей и гипса. Сульфаты щелочных и щелочно-земельных элементов — наиболее распространенная форма минеральных соединений серы в почвах. В анаэробных условиях при недостатке кислорода сульфатредуцирующие бактерии восстанавливают сульфаты до сульфидов.

Марганец. Среднее содержание марганца в почвах колеблется от 0,01...0,02 до 0,15...0,20%. С биологической точки зрения марганец микроэлемент, имеющий большое значение в физиологии растений. Часто растения страдают от его недостатка, но в повышенных количествах он токсичен. В почвах марганец встречается в различных формах: труднорастворимые оксиды, легко- и труднорастворимые марганцовые соли, в обменном состоянии, в составе силикатов, а также в виде комплексных соединений с органическими веществами.

К легкорастворимым солям относятся Mn_5O_4 , $Mn(NO_3)_2$, $MnCl_2$, присутствующие в незначительных количествах в почвенном растворе. Из которых марганец переходит в обменную форму. Соединения двухвалентного марганца, включая легкорастворимые соли и обменный Mn^{2+} , присутствуют преимущественно в кислых почвах. В переувлажненных почвах при интенсивном развитии восстановительных процессов могут накапливаться труднорастворимые сульфиды марганца MnS_2 и MnS . При увеличении pH почвенного раствора до 8,5 и выше марганец осаждается в виде $Mn(OH)_2$, который впоследствии окисляется до $Mn(OH)_4$ или Mn_3O_4 . В карбонатных почвах аридных регионов образуется труднорастворимая соль $MnCO_3$. Марганец часто входит в состав конкреций, различных по химическому составу. Конкреции глеевых почв содержат до 8...10%, а некоторых тропических почв - до 20 % марганца.

Микроэлементы почв

Многие элементы находятся в почвах и биологических объектах в тысячных-стотысячных долях процента и составляют особую группу микроэлементов. Кроме марганца к ним относятся бор, молибден, медь, цинк, кобальт, йод, ванадий др. Микроэлементы выполняют в растениях важнейшие функции. Они принимают участие в углеводном и азотном обменах, окислительно-восстановительных процессах, входят в активные центры различных ферментов и витаминов. Под влиянием микроэлементов в листьях увеличивается содержание хлорофилла, улучшается фотосинтез, повышается устойчивость растений к болезням и неблагоприятным условиям внешней среды.

При достаточном количестве основных питательных веществ (N, P, K, Ca, S и др.) дефицит микроэлементов в почве приводит к существенному снижению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению качества продукции. Существует тесная взаимосвязь между содержанием микроэлементов в почве, с одной стороны, урожайностью растений, продуктивностью животных и здоровьем человека с другой. При изучении этих взаимосвязей А. П. Виноградов разработал учение о биогеохимических провинциях.

Главный источник микроэлементов в почвах - почвообразующие породы. Набор и содержание в них микроэлементов, определяющие характерные особенности микроэлементного состава почв, заметно варьируют.

Основные почвообразующие породы таежно-лесной, лесостепной и степной зон — моренные отложения, лёссы и лёссовидные суглинки, покровные суглинки. Они содержат примерно одинаковое количество Mn, Co, Sn, Mo, I. Морские отложения обогащены Mn, Cu, B, I, пески и супеси существенно обеднены многими микроэлементами.

Заметное обогащение почв отдельным и микроэлементами наблюдается вблизи рудных месторождений (молибденовых, медных, никелевых и др.) и в зонах деятельности вулканов, а также в результате технического загрязнения территории.

На содержание микроэлементов в почвах и их распределение по генетическим горизонтам сильно влияет характер почвообразования. При гумусово-аккумулятивном процессе они, как правило накапливаются в верхней части профиля почв. Интенсивное развитие элювиальных процессов (оподзоливание, лессиваж и др.) сопровождается обеднением почв или отдельных горизонтов многими микроэлементами.

В почвах микроэлементы находятся в различных формах. Преимущественно они входят в состав кристаллических решеток первичных (авгит, биотит, полевые шпаты, роговая обманка и др.) и вторичных (монтмориллонит, вермикулит, хлорит) минералов. Также они могут находиться в почвенном растворе, в ионообменном состоянии, в составе органического вещества, труднорастворимых солей и осадков.

На поведение микроэлементов и формы их соединений большое влияние оказывают окислительно-восстановительные условия, реакция среды, концентрация в почвенном растворе CO_2 и содержание органического вещества. Так, поведение микроэлементов с переменной валентностью связано с окислительно-восстановительным режимом почв. Марганец при окислении переходит в нерастворимое состояние, а хром и ванадий, наоборот, приобретают подвижность. В кислой среде возрастает растворимость соединений Mn, Cu, Co, Zn, благодаря чему они могут находиться как в обменном состоянии, так и в миграционноспособных формах. В щелочной среде эти элементы переходят в гидроксиды, из-за чего снижается их подвижность и доступность растениям. Молибден, наоборот, малоподвижен в кислой среде и приобретает подвижность при повышении pH. Бор, фтор и йод подвижны в кислой и щелочной средах.

При повышении концентрации CO_2 в почвенном растворе увеличивается подвижность Mn, Ni, Ba в результате перехода карбонатов этих элементов в гидрокарбонаты. Гумусовые вещества и органические соединения неспецифической природы образуют со многими микроэлементами комплексные соединения различной подвижности, что влияет на перераспределение микроэлементов в почвенном профиле.

Радиоактивность почвы

Радиоактивность: самопроизвольное превращение (распад) атомных ядер некоторых химических элементов (урана, тория, радия калифорния и других), приводящее к изменению их атомного номера и массового числа. Такие элементы называются радиоактивными.

Они легко включаются в биологический круговорот, попадая в организм человека, накапливаются в костях, тканях, вызывая неизлечимые болезни, которые в последствие протекают тихо и незаметно.

Поступление радиоактивных веществ во внешнюю среду и включение их в биологический круговорот веществ может происходить за счет ядерных взрывов и за счет утечки радиоактивных отходов с предприятий атомной промышленности или энергетических установок. Эти отходы имеют различные свойства и универсального способа защиты от них растений и животных пока не найдено.

В настоящее время данная проблема решается двумя диаметрально противоположенными путями:

1. Концентрацией и локализацией.
2. Рассредоточением и рассеиванием.

Попадание долгоживущих радионуклидов на сельскохозяйственные угодья может происходить в результате утечки их из хранилищ или при использовании для орошения воды, содержащей радиоактивные вещества. Переход стронция - 90 и цезия - 137 из почвы в растения, а из растений в организм животных определяется рядом условий, в том числе и наличием во внешней среде химических элементов близких по свойствам радиостронцию и радиоцезию. Радиоактивный стронций по химическим свойствам близок к кальцию, а радиоцезий – к калию. Поэтому содержание стронция - 90 принято выражать по отношению к кальцию в стронциевых единицах (с.е.), а содержание цезия - 137 по отношению к калию, в цезиевых единицах (ц.е.).

Накопления радиоактивных продуктов деления в урожае растений зависит от сочетания тех или иных условий, складывающихся в природной обстановке. При одном и том же уровне радиоактивных выпадений, при одинаковом содержании продуктов деления в различных почвах поступления их в растения и накопление в урожае зависит от свойства почвы, в частности, от ее механического и минералогического состава, кислотности почвенного раствора и ряда других показателей. На легких по механическому составу почвах радиоизотопы в растениях значительно в больших количествах, чем у тяжелых суглинистых почв. В кислых почвах радионуклиды более подвижны, а, следовательно, и более доступны растениям, чем в слабокислых и нейтральных. Если сравнить коэффициенты накопления с/х культурами на черноземных, серых лесных почвах и почвах дерново - подзолистых, то они значительно выше у последних.

Поглощения стронция - 90 растениями находится в обратной зависимости от содержания в ней кальция. Являясь конкурентом стронция - 90 в процессе поступления в растения, кальций снижает его доступность. Поэтому при внесении извести в почву не только снижается кислотность почвенного раствора, улучшаются свойства почвы, но и уменьшается переход стронция-90 из почвы в растения. Используя это свойство кальция, при ведении растениеводства в условиях радиоактивного загрязнения на кислых почвах обязательным приемом очищения продукции является известкование.

Переход цезия - 137 из почв в растения находится в обратной зависимости от содержания в ней калия, особенно в почвах, легких по механическому составу. Поэтому существенно снизить его поступление в растения можно путем внесения калийных удобрений. Агрономическое значение минеральных удобрений, таким образом, приобретает дополнительное качество, т.к. они способствуют уменьшению размеров поступления радиоактивных веществ из почвы в растения. Косвенное значение удобрений в очищении продукции заключается еще и в том, что увеличивая урожай, они как бы «разбавляют» содержание радионуклидов в продукции т.е. содержание их в единице массы.

Интенсивность поглощения радиоактивных продуктов деления растениями зависит в значительной степени от их биологических особенностей. Наблюдается закономерность в накоплении больших количествах стронция в растениях или органах содержащих много кальция, а растения, отличающиеся высоким содержанием калия, накапливают больше цезия. Наибольшим выносом радионуклидов обладают зерновые бобовые и бобовые травы, меньшими – злаковые зерновые и злаковые травы. Кроме того, вегетативные органы растения (масса трав, солома) накапливают радиоизотопы в больших количествах, чем репродуктивные (зерно).

Контрольные вопросы

1. Что называется радиоактивностью почв?
2. Назовите фракции механических элементов и их размер.
3. В чем главные отличия микроэлементов от макроэлементов?

Лекция №5

Тема: ПОЧВЕННЫЕ КОЛЛОИДЫ И ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВЫ

План лекции:

1. Почвенные коллоиды как носители сорбционных свойств почвы
2. Виды поглотительной способности почвы
3. Основные закономерности сорбционных процессов в почвах
4. Состав обменных катионов, кислотность, щелочность и буферность почв
5. Поглотительная способность и ее роль в генезисе и плодородии почв

Почвенные коллоиды как носители сорбционных свойств почвы

Высокодисперсная часть почвы состоит преимущественно из коллоидов. Почвенные коллоиды – совокупность почвенных частичек размером от 1 до 100 нм. Таким образом, коллоидные растворы занимают промежуточное положение между истинными, или молекулярными растворами (размер частичек 100 нм), с другой.

Почву относят к сложной полидисперсной системе – в ее состав входят частицы различного размера. Исключительно важную роль играет высокодисперсная часть почвы. Она представлена частицами, имеющими размер меньше 0,001 мм. Их содержание в почве может колебаться от 1–2% до 30–40% к массе почвы. Значение высокодисперсной части почвы состоит в том, что она во многом определяет физические и водно-физические свойства почвы, режим питания растений, поглотительную способность почвы.

Происхождение почвенных коллоидов может быть связано с лиспегацией (раздроблением) более крупных частичек, что происходит при выветривании пород. Другой путь образования коллоидов – в результате активизации поликонденсации и полимеризации низкомолекулярных органических соединений.

По составу бывают минеральные, органические и органоминеральные коллоиды.

Минеральные коллоиды представлены преимущественно глинистыми, а также некоторыми первичными минералами (например, кварц), измельченными до коллоидного состояния. Кроме того, минеральные коллоиды образуют гидроксиды кремния $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; железа $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, марганца $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. На долю минералов коллоидов приходится около 80–90 % от массы всех коллоидов почвы.

Органические коллоиды образуются при гумификации органического вещества. Представлены в почве гумусовыми кислотами и их солями: гуматами, фульватами, алюмо-железогумусовыми соединениями.

При взаимодействии гумуса с высокодисперсными минеральными частичками почвы образуются комплексные соединения сложного состава – органоминеральные коллоиды.

Количество коллоидов в почве может сильно колебаться в зависимости от содержания в ней гумусовых веществ и частичек физической глины, с их увеличением возрастает количество коллоидов.

Коллоидная система почвы состоит из дисперсной фазы (масса коллоидных частичек) и дисперсионной среды (почвенного раствора), они взаимодействуют, в результате этого вокруг коллоидной частички создается двойной ионогенный слой. Коллоидную частичку с двойным ионогенным слоем называют мицеллой.

Внутри мицеллы находится ядро – масса недиссоциированных молекул коллоидообразующего вещества. К ядру примыкает потенциал-определяющий (внутренний) слой ионов определенного электрического заряда. Он неподвижный, прочно связан с ядром. Ядро вместе с потенциалопределяющим слоем образует гранулу. Вокруг нее формируется слой компенсирующих ионов, имеющих противоположный заряд по сравнению с ионами внутреннего слоя. Часть его ионов образует неподвижный слой компенсирующих ионов, другая часть отходит от внутреннего слоя на значительное расстояние, теряет с ним прочную

связь и образует диффузный слой. Ионы диффузионного слоя способны к различным обменным реакциям с почвенным раствором. При потере диффузным слоем части ионов между зарядами слоя потенциалопределяющих ионов и слоем компенсирующих ионов возникает определенная разность потенциалов, называемая дзета-потенциалом. Величина его колеблется от 0 до 40–60 мВ.

Основная масса мицеллы принадлежит грануле, поэтому заряд последней рассматривается как заряд всего коллоида. Коллоиды, имеющие во внутреннем слое отрицательно заряженные ионы и диссоциирующие в раствор Н-ионы, называются ацидоидами. Они способны к поглощению и обмену катионов. Положительным зарядом характеризуются базойды – их потенциалопределяющий слой состоит из катионов, а диффузный – из ОН-ионов (анионов). Базойды способны поглощать и обменивать анионы.

Некоторые коллоиды (гидроксиды железа, алюминия) при изменении реакции среды меняют и знак заряда: в кислой среде они заряжены положительно, а в щелочной – отрицательно. Такие коллоиды называют амфолитоидами. Большинство почвенных коллоидов являются ацидоидами – это коллоиды гумусовых веществ, глинистых минералов и кремнекислоты. К базойдам можно отнести гидроксиды алюминия, железа.

Взаимодействию и соединению коллоидных частиц препятствуют водные пленки, образующиеся на их поверхности. По количеству воды, которую удерживают коллоиды, они подразделяются на гидрофильные и гидрофобные. Первые сильно гидратируются, набухают в воде. К ним относятся коллоиды гумуса, глинистых минералов. Гидрофобные коллоиды удерживают небольшое количество воды – это минералы каолиновой группы и др.

Почвенные коллоиды могут находиться в двух состояниях: золя или коллоидного раствора, и геля или студенистого, комковатого или аморфного осадка. Под влиянием тех или других факторов коллоиды из состояния раствора могут переходить в осадок и наоборот. Процесс соединения отдельных коллоидных частичек и выпадения осадка называется коагуляцией. Осадок, образующийся при коагуляции, называется гелем. Переход геля в золь – пептизация.

При снижении дзета-потенциала и гидротированности частичек состояние золя делается неустойчивым, и как только коллоид теряет заряд или он уменьшается настолько, что силы притяжения превышают силы отталкивания, коллоидные частички начинают сцепляться, образовывать комочки и выпадать в осадок. Коагуляция коллоидов происходит главным образом при взаимодействии с электролитами (растворами солей, кислот, щелочей). При этом ацидоиды коагулируются под влиянием катионов электролита, базойды – под влиянием анионов. Коагулирующая способность двух-трехвалентных катионов более сильная, чем одновалентных катионов, за исключением Н-.

Коагуляцию почвенных коллоидов могут вызывать и такие явления, как старение коллоидов, обезвоживание и замораживание почв. Скоагулированные коллоиды могут переходить от состояния геля в золь. Обычно это происходит с гидрофильными коллоидами, насыщенными одновалентными катионами – Н-, NH_4^+ , Na^+ , и др. В этих условиях не может образоваться водопрочная структура почвы. Коллоиды передаются вниз по профилю, что может ухудшить физико-химические свойства почвы.

Переход геля в золь затруднен или вообще невозможен для гидрофобных коллоидов, насыщенных двух- и трехвалентными катионами – Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} . В таких условиях пептизации коллоидов почти не наблюдается, образуются водопрочные структурные агрегаты, в почве закрепляются гумусовые вещества.

Почвенные коллоиды являются носителями сорбционных свойств почвы. Они способны поглощать и обменивать ионы диффузного слоя мицеллы на ионы почвенного раствора.

Адсорбционные свойства коллоидов обусловлены большой удельной поверхностью, благодаря которой коллоидные частички приобретают силы электростатического притяжения – вокруг них могут концентрироваться молекулы воды, газов и др.

Виды поглотительной способности почвы.

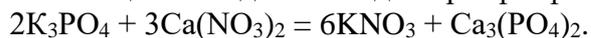
К. К. Гедройц выделил пять видов поглотительной способности почв: механическую, биологическую, химическую, физическую и физико-химическую.

Механическая поглотительная способность. Это свойство почвы задерживать в своих порах частицы из фильтрующихся суспензий. Механическое поглощение зависит от гранулометрического состава и сложения почвы. Глинистые и суглинистые почвы поглощают даже тонкодисперсные частицы. У песчаных почв рыхлое крупнопористое сложение, поэтому они слабее поглощают взвешенные частицы.

На механическом поглощении основан прием кольматажа (заиливания) для уменьшения фильтрации воды через дно и стенки канала. Кольматаж применяют также для улучшения водных и физических свойств закаменных и грубозернистых песчаных почв.

Биологическая поглотительная способность. Обусловлена избирательным поглощением растениями и микроорганизмами необходимых для их жизни элементов (азота, фосфора, калия и др.). Усваиваемые ими растворимые соединения превращаются в белковые вещества, нуклеиновые кислоты, клетчатку и другие компоненты живых тканей. Благодаря биологическому поглощению почва систематически обогащается органическим веществом, азотом и зольными элементами питания. При этом значительно уменьшается геохимический сток минеральных удобрений, внесенных в почву.

Химическая поглотительная способность. Этот вид поглотительной способности связан с образованием нерастворимых в воде соединений. При взаимодействии катионов Ca^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} и отчасти Mg^{2+} с растворимыми в воде сульфатами, карбонатами и фосфатами образуются нерастворимые соединения, выпадающие в осадок. Например, при внесении в почву фосфорного удобрения в результате взаимодействия аниона фосфорной кислоты с катионом кальция выпадает в осадок ортофосфат кальция:



Физическая поглотительная способность. В результате физической поглотительной способности молекулы концентрируются на поверхности почвенных частиц.

Адсорбцией называют способность почвы поглощать целые молекулы поверхностью дисперсных частиц. В основе этого явления лежит сила молекулярного притяжения. Она обусловлена свободной энергией молекул и ионов, находящихся на поверхности твердой фазы почвы. Чем сильнее степень раздробленности частиц и чем больше их общая поверхность, тем сильнее будет адсорбционная способность почвы.

Почвой поглощаются различные соли из растворов и газообразные вещества. При этом некоторая часть растворимых соединений удерживается от вымывания, а газообразные соединения, например аммиак, от улетучивания в атмосферу.

Однако такие вещества, как нитраты и хлориды, почвой не поглощаются. Поэтому нитратные удобрения лучше вносить незадолго до посева сельскохозяйственных культур или в виде подкормок. Это предотвратит загрязнение водоемов и обеспечит более эффективное использование удобрений.

Физико-химическая поглотительная способность (обменная адсорбция). Это способность почвы обменивать некоторую часть катионов диффузного слоя коллоидной мицеллы на эквивалентное количество катионов, находящихся в почвенном растворе. Известно, что минеральные соли и кислоты в почвенном растворе в определенной степени диссоциируют (распадаются) на катионы и анионы. Поскольку большая часть почвенных коллоидов имеет отрицательный заряд, то из раствора поглощаются в основном положительно заряженные ионы, то есть катионы. Обмен катионов почвенного раствора на катионы, находящиеся в твердой фазе почвы, происходит эквивалентно.

К. К. Гедройц установил, что в почве кроме растворенных в воде катионов присутствуют нерастворимые катионы, находящиеся в поглощенном состоянии. Они связаны с предколлоидной и особенно с коллоидной фракциями.

Почвенным поглощающим комплексом (ППК), по К. К. Гедройцу, называется вся сумма органических и минеральных коллоидов почвы вместе с поглощенными ими ионами. Из минеральных почвенных отрицательно заряженных коллоидов в ППК входят группа

глинистых минералов (монтмориллонит, бейделлит, каолинит, галлуазит и др.), гидроксиды кремния, марганца. Гидроксиды железа и алюминия относятся к амфолитоидам: в кислой среде они заряжены положительно, а в щелочной — отрицательно.

Органические почвенные коллоиды представлены гумусовыми веществами. Они имеют отрицательный заряд. Кроме того, в ППК входят бактериальные клетки, а также различные комплексные органо-минеральные соединения коллоидной природы.

ППК в различных почвах зависит от их гранулометрического и минералогического составов, от содержания гумуса, то есть от общего содержания коллоидов.

Емкость катионного обмена (емкость поглощения по К. К. Гедройцу) — это максимальное количество обменных катионов, которое может удержать почва в обменно-поглощенном состоянии, выраженное в мг · экв/100 г почвы. Песчаные почвы имеют самую низкую емкость катионного обмена — 1...5 мг экв/100 г почвы, супесчаные — 7...8, суглинистые — до 15...18, глинистые — 25...30 мг·экв/100 г почвы и выше.

Емкость катионного обмена в гумусовых горизонтах, как правило, выше, чем в материнской породе. Так, в верхнем горизонте чернозема она достигает 50...60 мг * экв/100 г почвы.

В состав поглощенных катионов входят катионы кальция, магния, водорода, калия, натрия, аммония, железа и алюминия. Энергия поглощения катионов зависит от валентности. Сильнее поглощаются двухвалентные катионы (Ca^{2+} , Mg^{2+}), слабее — одновалентные (Na^+ , NH_4 , K^+). Ион водорода составляет исключение, его энергия поглощения во много раз превосходит энергию поглощения даже двухвалентных катионов. Поглощение катионов почвой сильно зависит от их концентрации в почвенном растворе. Катионы с большей концентрацией в растворе сильнее вытесняют из ППК другие катионы.

Качественный и количественный состав ППК в почвах разных типов значительно различается. Так, в черноземах ППК насыщен главным образом Ca^{2+} и Mg^{2+} . Известно, что эти двухвалентные катионы вызывают коагуляцию коллоидов и способны удерживать одновременно две коллоидные частицы. А так как в черноземах содержится еще и достаточное количество гумуса, то в них формируется ценная структура.

В почвах, находящихся к северу от черноземной зоны, кроме кальция и магния в ППК присутствует катион водорода, который создает кислую реакцию. В южных почвах наряду с кальцием и магнием присутствует катион натрия.

Особенно много поглощенного Na^+ в солонцах. Почвы, насыщенные натрием, во влажном состоянии набухают, а при высыхании сильно уменьшаются в объеме, в них возникают вертикальные трещины, образуя столбчатые отдельности.

В зависимости от наличия поглощенного водорода почвы подразделяются на насыщенные и ненасыщенные основаниями. К почвам, насыщенным основаниями, относят черноземы, каштановые почвы, сероземы. В их поглощающем комплексе находятся только катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ . Ненасыщенные основаниями почвы — это подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные, болотные и другие почвы таежно-лесной и лесостепной зон. В них наряду с катионами Ca^{2+} и Mg^{2+} содержатся катионы H^+ и Al^{3+} . Степень насыщенности почв основаниями, %, вычисляют по формуле

$$V = S \cdot 100 / (S + H)$$

где S — сумма поглощенных оснований, мг * экв/100 г почвы; H — гидролитическая кислотность, мг · экв/100 г почвы.

Ион алюминия оказывает отрицательное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных растений только в условиях сильнокислой реакции. При наличии в растворе иона водорода ион алюминия становится подвижным и может появляться как в почвенном растворе, так и в ППК.

Таким образом, свойства почвы в значительной степени зависят от состава обменных катионов. Почвы, содержащие Ca^{2+} и Mg^{2+} , имеют реакцию, близкую к нейтральной, они хорошо оструктурены и обладают благоприятными физическими свойствами. Почвы, в ППК

которых наряду с Ca^{2+} и Mg^{2+} содержится значительное количество Na^+ , имеют щелочную реакцию, плохо оструктурены и трудно поддаются обработке.

Для почв, не насыщенных основаниями, характерны кислая реакция и слабая структура.

Степень поглощения анионов почвой зависит от природы аниона, состава коллоидов и реакции среды. При химическом поглощении анионы фосфорной кислоты взаимодействуют с кальцием, алюминием и железом. Образующиеся нерастворимые фосфаты кальция, алюминия и железа накапливаются в почве в виде осадков. Физико-химическое поглощение аниона происходит при взаимодействии его с диффузным слоем полуторных оксидов и потенциалоопределяющим слоем отрицательно заряженных коллоидов. При этом повышается емкость обмена и усиливается поглощение катионов. В кислой среде активность полуторных оксидов повышается, поэтому усиливается поглощение аниона фосфорной кислоты.

Поглощение фосфат-иона почвами имеет отрицательное и положительное значения. С одной стороны, анион поглощенный обменным путем, со временем теряет активность к обмену, а образовавшиеся при химическом поглощении труднорастворимые осадки также малодоступны для растений. С другой стороны, фосфатный ион при всех видах поглощения извлекается из большого геологического круговорота и удерживается в почве. Для более эффективного использования фосфорных удобрений их вносят в почву в гранулированном виде, в результате чего анион фосфорной кислоты может потребляться корнями растений более длительный период. Порошковые формы фосфорных удобрений быстро переходят в недоступные для растений соединения.

Основные закономерности сорбционных процессов в почвах.

Рассмотрение возможных типов сорбционных взаимодействий в почвах показывает, что почва сложный полифункциональный сорбент, на котором одно и то же вещество или ион может сорбироваться одновременно по нескольким типам взаимодействия.

Сорбционная емкость почв – максимальное количество вещества, способное сорбироваться почвой.

Емкость катионного обмена – максимальное количество катионов, удерживаемое почвой в обменном состоянии.

Процессы поглощения играют существенную роль в генезисе и плодородии почв, в формировании морфологических признаков почв, в закреплении элементов минерального питания, оказывают влияния на аккумуляцию биофильных элементов и гумуса в почве, играют важную роль в плодородии почвы.

Состав обменных катионов, кислотность, щелочность и буферность почв.

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+} .

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^+ .

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 состояние 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).

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 оструктурируются. 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.

Таблица – 2. 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*
		0,002-25	0,00025-0,001				
Дерново-подзолистая	2,	2	—	15	8	—	7
Серая лесная	3,	5	4	20	16	—	4
Чернозем:							
выщелоченный -	8,	15	5	50	40	—	10
Мощный	10	5	10	65	60	—	5
обыкновенный -	6,	5	10	36	31	2	2
Южный	4,	5	10	30	28	2	—
Каштановая	2,	3	5	27	25	2	—
Серозем	1,	3	5	15	14	1	—

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.

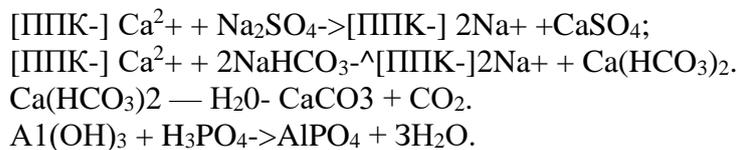
Существенное значение имеет минералогический и химический состав почвенных коллоидов. Катионы кальция сильнее поглощаются гуминовыми кислотами и монтмориллонитом, аммоний — мусковитом.

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.

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 био-логическое.

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.

Сумма обменных оснований (S), выраженная в процентах от общей емкости катионного обмена (ЕКО), называется степенью насыщенности основаниями (V), которую определяют по формуле

$$V = \frac{S}{\text{ЕКО}} * 100 \quad (\%).$$

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.

Таблица – 3.

Значение рН									
Концентрация Н ионов, г/л	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
рН	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 гидrolитическую.

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, гидrolитически 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 (pH 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 pH 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 .

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- ($pH < 4,5$), средне- (pH 4,6—5,0), слабонуждающиеся (pH 5,1—5,5) и ненуждающиеся ($pH > 5,5$).

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:

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.

Поглотительная способность и ее роль в генезисе и плодородии почв

В связи с многообразными химическими, физическими, физико-химическими и биологическими свойствами, приобретаемыми почвой в процессе ее образования и развития, с которыми мы ознакомились в предыдущем изложении, в ней начинает возникать и получать все большую выраженность особое свойство, носящее название поглотительной способности и представляющее собой один из важнейших элементов ее плодородия.

Поглотительную способность почвы называется способность почвы поглощать, задерживать растворенные вещества. В виду того, что в явлениях поглощения, как увидим ниже, принимают участие не только химические, но и физические, и физико-химические, и биологические факторы, мы в праве рассматривать данное явление как своего рода фокус, в котором сконцентрированы все специфические особенности и свойства данной почвы. Энергия и емкость поглощения той или иной почвой тех или иных веществ представляется, с этой точки зрения, равнодействующей всех тех физических, химических, физико-химических и биологических свойств, которыми обладает эта почва. Этим объясняется то чрезвычайно важное значение, которое придается и почвоведением и агрономической наукой данному свойству почвы. Громадное сельскохозяйственное значение этого явления познается уже из одного того факта, что благодаря существованию поглотительной способности почва оберегается от вымывания и связанных с ним потерь целого ряда необходимых для культурных растений питательных веществ.

Изучению поглотительной способности почв _ посвящено очень много работ; из них некоторые относятся еще к XVI столетию. Согласно изысканиям А. Соколовского, данное явление было известно еще Вагон, применявшему многократное процеживание морской воды, в целях ее опреснения, через почву, а также St. Hales, наблюдавшему такую же способность каменных цистерн. Далее, мы находим указания на поглотительные свойства почвы у Gazzeri, Bronner и др.

Научная разработка данного явления началась, однако, лишь с появления исследований Thompson, Huxtable и особенно Way. Работы последнего ученого, объяснявшего явления поглощения почвой тех или других веществ исключительно явлениями химического порядка (реакцией обменного разложения), приковали к себе внимание и интерес со стороны целого ряда других выдающихся исследователей. Работы Liebig, видевшего в явлениях поглощения почвой различных веществ, наоборот, явления главным образом физического порядка, исследования Bodecker, Rautenberg, Eichhorn, Lemberg и др. много способствовали выяснению как сущности самого явления, так и тех факторов (вне и внутри почвы находящихся), коими обуславливается энергия и характер процессов поглощения. Еще более углублено было познание явлений поглотительной способности почвы позднейшими работами van Bemmelen, поставившего это явление в связь

с наличием в почве коллоидных соединений. Отметим интересные исследования в этой области А. Соколовского.

Выдающиеся исследования последних лет русского ученого К. Гедройца внесли еще большее освещение в данный вопрос и дали возможность весь сложный и многогранный процесс поглощения почвой приходящих с нею в соприкосновение растворенных веществ представить в весьма стройном виде.

В основу дальнейшего изложения и положены те воззрения и выводы, к которым пришел на основании своих работ К. Гедройц.

В настоящее время можно различать следующие виды поглотительной способности почв.

Механическое поглощение. Механическое поглощение — свойство почвы, как всякого пористого тела, не пропускать через себя и задерживать суспендированные (взмученные) в воде частицы. Эта способность почвы находится в тесной зависимости от механического состава последней, от ее структурных свойств, от ее сложения и мощности, величины и формы капиллярных ходов и т. п.

Принимая во внимание часто наблюдаемые в практике сельского хозяйства явления так называемого распыления почв (главным образом в южных районах, под влиянием чрезмерно частого разрыхления последней), т. е. явления распада структурных агрегатов на составляющие их мельчайшие механические элементы, мы должны признать, что описываемый вид поглотительной способности почв должен представлять большой агрономический интерес, ибо от степени выраженности у той или иной почвы данного свойства будет зависеть возможность большего или меньшего обеднения ее поверхностных горизонтов мелкоземистыми частицами, т. е. как раз теми элементами, которые являются, как известно, наиболее активной частью почвенного образования.

Не меньший интерес представляет собою данное явление и в уяснении некоторых сторон генезиса иллювиальных процессов. Существенную роль также может играть рассматриваемая разновидность поглотительной способности почвы в распределении по почвенной толще микроорганизмов. С этой точки зрения приходится при выяснении причин того или иного количественного распределения микробов по различным почвенным горизонтам принимать во внимание не только химические свойства этих горизонтов, обеспеченность их тем или иным энергетическим материалом и пр., но и механический (и структурный) их состав. Описываемый вид поглотительной способности не подвергался еще подробному изучению ни со стороны почвоведов, ни со стороны представителей агрономической науки.

Прибавим к сказанному, что рассмотренный нами несколько выше процесс коагуляции мельчайших почвенных частиц должен быть отнесен к факторам, тормозящим вынос этих частиц из поверхностных горизонтов почвы в более глубокие, ибо при этом явлении совершается, как мы знаем, свертывание высокораспыленных частиц в более крупные агрегаты, более легко тогда как бы «застревающие» в почвенных промежутках. С этой точки зрения определенно выясняется значение таких факторов коагуляции, как наличие в почвенной толще соответствующих электролитов, явления подсушивания и замораживания почвы и т. д.

Впрочем, течение описываемого явления может осложняться противоположно действующим при этом фактором — увеличением порозности почвы в результате приобретения ею структурности, одного из видимых проявлений упомянутых процессов коагуляции. В каждом отдельном случае оценка роли последних явлений может быть поэтому различной.

Физическое поглощение. Физическое поглощение основано на свойстве почвенных частичек, находящихся в мелко раздробленном состоянии, проявлять поверхностную энергию. Слой воды, окружающей частицы весьма большой распыленности, находится в сжатом состоянии, отвечающем, согласно Lagergren, давлению иногда до 6000 атм. В виду того что растворимость большинства солей повышается вместе с давлением, раствор таких

солей будет концентрироваться вокруг твердых частичек и представляться тогда в виде как бы «припавленной пленки» («положительная адсорбция»), чем и обусловится прочное закрепление почвою части этих растворенных солей. При описываемом виде поглотительной способности поглощенное вещество, таким образом, не переходит в твердую фазу почвы, а остается в растворенном же состоянии, входя в состав почвенного раствора и находясь в слое жидкости, непосредственно соприкасающемся с твердыми частичками почвы. При этом поглощаются почвенными частицами целые молекулы, а не какая-либо определенная, положительно или отрицательно заряженная часть входящей в соприкосновение с почвой соли (что, как увидим ниже, является характерным для «физико-химического» вида поглотительной способности). Из сказанного явствует, что физическое поглощение создает в результате весьма неоднородный по своей концентрации почвенный раствор в различных частях почвенной системы: у самой поверхности почвенных частичек мы будем наблюдать наиболее концентрированный раствор; по мере же удаления от них к средней точке между соседними частицами концентрация будет понижаться.

Если с почвенными частицами приходят в соприкосновение такие вещества, растворимость которых понижается с увеличением давления, то, наоборот, в слое, окружающем эти частицы, возникает более низкая концентрация растворенного вещества, нежели в остальной части почвенного раствора. В таком случае говорят об «отрицательной адсорбции».

Величина физического поглощения находится в тесной зависимости от механического состава почвы: чем более она мелкоземиста, тем, в силу большей удельной поверхности составляющих ее частиц, резче будет выражено явление поглощения и тем, следовательно, больше будет неоднородность жидкости в почве со стороны концентрации растворенного в ней вещества.

Явления положительной адсорбции играют весьма важную роль в жизни растений: этими явлениями, во-первых, почва защищается от потери легко растворимых (т. е. наиболее усвояемых растениями) соединений, которые, как мы видели выше, находятся как бы в связанном состоянии, хотя и остаются при этом в почвенном растворе, а во-вторых, описанными явлениями создаются в почве, как мы указали выше, районы различной концентрации питательных веществ, что мы должны признать весьма благоприятным условием для жизнедеятельности корней растения, которые могут при своем развитии находить среди почвенного раствора те именно концентрации, которые являются наиболее отвечающими их потребностям.

Явления отрицательной адсорбции, наоборот, мы должны признать весьма нежелательными, ибо ими обуславливается как бы отталкивание растворенных веществ от поверхности почвенных частичек, что должно, конечно, способствовать процессам вымывания этих веществ из почвы.

Принимая во внимание возможность физического поглощения почвами тех или других растворимых соединений и тесную зависимость этих явлений от механического (и структурного) состава этих почв, мы должны, таким образом, предвидеть, что то или другое растворимое в воде соединение, вносимое нами в почву в виде того или иного удобрительного материала, не на всех почвах будет одинаково легко восприниматься растением; чем с большей степенью дисперсности почвы мы имеем дело, тем с большей трудностью будет извлекаться из нее то или другое растворимое в воде вещество растением и наоборот. Теоретически мыслимы такие случаи, когда это растворимое в воде вещество практически совершенно не будет растением извлекаться из почвы; с такой силой оно может быть физически адсорбировано мельчайшими фракциями этой почвы.

В практике удобрения с явлениями физической адсорбции приходится встречаться очень часто; учитывая отчасти именно эти явления, можно, например, тяжелые глинистые почвы удобрять сразу большим количеством того или другого удобрительного материала; почвы же легкие, песчаные, наоборот, приходится удобрять малыми дозами того же вещества (но производить эту операцию чаще) и т. д. Само собою разумеется, что такие

приемы базируются на целом ряде и других соображений: вообще на более легкой водопроницаемости песчаных почв по сравнению с глинистыми, на более интенсивно идущих в них процессах органического и минерального выветривания и т. д.

Физико-химическое поглощение. Физико-химическое поглощение (обменная адсорбция), обуславливается своеобразными свойствами, проявляемыми имеющимися в почве коллоидными веществами. С этим явлением мы уже познакомились выше, в главе, посвященной изучению почвенных коллоидов. В этом процессе принимает участие, как нам, известно, во-первых, «гуматная» часть почвы, т. е. адсорбционные соединения коллоидного органического вещества почвы с различными катионами (главным образом Ca и Mg), и, во-вторых, «цеолитная» часть почвы, под каковой, как мы видели в своем месте, понимается ныне, согласно К. Гедройцу, «тот сложный алюмосиликатный комплекс, который, находясь в коллоидном состоянии, способен к реакции обмена своими катионами на катионы растворов». Коллоидально распыленная — гуматная и алюмосиликатная — часть почвы, способная к обменным реакциям, носит, как уже было указано, название «почвенного поглощающего комплекса».

Как мы видели выше, почвенные частицы, находящиеся в мелкораздробленном состоянии, обладают особым видом энергии — так называемой энергии поверхности, обязанной своим существованием силе поверхностного натяжения на границе соприкосновения твердой и жидкой фаз. Энергия эта, как известно, равна произведению величины поверхностного натяжения на величину поверхности твердой фазы. В виду того что первая величина (поверхностное натяжение) в почвенных системах выражается очень незначительными числами, поверхностная энергия будет находиться в прямой связи со второй из упомянутых величин и будет, таким образом, тем больше, чем с более раздробленными и распыленными частичками мы имеем дело.

Таким образом, и реактивная способность почвенных частичек, в силу сказанного, будет тем выше, чем в большей степени распыленности они находятся.

Реактивная способность коллоидно распыленных частиц выражается при рассматриваемых явлениях в том, что при соприкосновении с почвою того или другого солевого раствора на поверхности твердых частичек почвы происходит взаимный обмен основаниями: поглощение катиона из этого раствора и переход из почвы в раствор эквивалентного количества собственных катионов. При описанном процессе поглощенное из раствора вещество переходит в твердую фазу почвы, а почвенный раствор не изменяет, следовательно, своей концентрации, меняя лишь свой качественный состав.

Таким образом, на данный процесс, происходящий лишь на поверхности почвенных частичек и обуславливаемый силами поверхностной энергии, надо смотреть как на процесс физический; но, так как, в отличие от предыдущего вида поглощения, здесь имеется налицо явление обмена катионами, то описываемому процессу и придается наименование «физико-химического» поглощения.

Связь поглощенных катионов с почвой очень прочна, и последние могут быть оттуда извлечены лишь путем вытеснения их другими катионами. Количество содержащихся в почве способных к обмену катионов, т. е. сумма «цеолитных» и «гуматных» катионов, выраженная в эквивалентах одного какого-нибудь катиона, называется «емкостью поглощения». Относительная способность того или другого иона поглощаться почвой называется «энергией поглощения». Чем выше значность катиона и выше его атомный вес, тем выше энергия поглощения (NH_4 стоит особняком и ближе к K).

Согласно исследованиям И. Жолцинского, в настоящее время можно думать, что физико-химическое поглощение катионов происходит в почве не только коллоидально распыленной ее частью, но что в этом процессе могут принимать участие и значительно более крупные элементы, величиной, например, около 0,001 мм; работами же König и Hasenbaumer устанавливается наличие физико-химического поглощения и у частиц, еще более крупных (диаметром около 0,01 мм).

Значение явлений физико-химической поглотительной способности почв для растений громадно. Не говоря уже о том, что благодаря ей происходит закрепление в почве целого ряда важных для растений питательных веществ (аммоний, калий) и предохранение их от вымывания, отметим, что эти адсорбированные вещества остаются в почвах в доступной для растений форме или, во всяком случае, в подвижном состоянии. Действительно, принимая деятельное участие в упомянутых выше обменных реакциях, эти поглощенные вещества при благоприятных к тому условиях легко могут переходить в почвенный раствор, из которого и поступают в корневую систему растений. Укажем далее, что благодаря явлениям физико-химического поглощения регулируется разнообразие почвенного раствора, ибо, согласно действию закона масс, то или иное вещество, оказавшееся в почвенном растворе в малом количестве (в силу, например, потребления его растениями), будет вытесняться из нерастворимых его соединений и пополнять собою недостаток его в почвенном растворе. Далее, благодаря явлениям физико-химического поглощения регулируется и концентрация почвенных растворов. Так, если почвенный раствор разжижен, в силу, например, выпадения атмосферных осадков, то в него переходит часть адсорбированных веществ; наоборот, если он сконцентрирован, вследствие, например, испарения воды, то часть растворенных веществ возвратится в поглощенное состояние и т. д.

Таким образом, тот поглощающий почвенный комплекс, который условно носит название «цеолитной» и «гуматной» части, должен быть признан той частью почвы, в которой сосредоточена реактивная деятельность ее, в частности способность ее к реакциям обменного разложения, и в силу этого представляет собою наиболее «жизненную» (с точки зрения физикохимической) часть последней.

Химическое поглощение. Если находящиеся в почвенном растворе те или другие соединения способны дать с каким-либо веществом, пришедшим в соприкосновение с почвой, нерастворимое или трудно растворимое соединение, выпадающее как результат этой реакции в твердом состоянии и представляющее собою тогда как бы твердое для почвы новообразование, то мы будем иметь случай химического поглощения, основанный на чисто химической реакции. Ясно, что при этом могут поглощаться не только катионы, но и анионы.

Так, например, если почву, содержащую хлористый (или сернокислый или углекислый) кальций, обработать раствором фосфорнокислого натрия, то в результате обменной реакции выпадет трудно растворимый трехкальциевый фосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, т. е. фосфорная кислота окажется закрепленной, поглощенной почвой (а также и катион Ca), причем вновь образовавшийся трудно растворимый фосфат выпадет из почвенного раствора как своего рода механическая примесь, как своего рода новое для почвы твердое вещество. Или, например, если в силу рассмотренного выше физико-химического поглощения катион той или иной соли заменится «цеолитным» катионом, могущим дать с анионом этой соли трудно растворимое соединение, то соль эта при обмене оснований также выпадет — конечно, в твердом состоянии. Так, если обработать почву Na_2CO_3 , то катион натрия, адсорбированный почвой, вытеснит из последней эквивалентное количество $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$, которые с анионом углекислоты CO_3^- и дадут трудно растворимые CaCO_3 и MgCO_3 . Произойдет, таким образом, химическое поглощение аниона CO_3^{--} (и катиона Ca^{--} или Mg^{--}) и т. д.

Из вышесказанного явствует, что те анионы, которые не дают со встречающимися в почвах катионами нерастворимых или трудно растворимых соединений, почвами не поглощаются (химически); другие же адсорбционные явления, конечно, могут иметь место и в этом случае. Так, анионы Cl^- и NO_3^- (и NO_2^-) можно считать химически непоглощаемыми; анионы углекислоты (CO_3^{--}) и особенно фосфорной кислоты (PO_4^-), наоборот, очень энергично поглощаются почвами; что касается аниона серной кислоты SO_4^{--} , то хотя он и поглощается почвами (образование MgSO_4 — как плоха растворимой соли), но значительно слабее анионов CO_3^{--} и PO_4^- .

Главными «поглотителями» всех этих анионов являются в почве катионы Ca, Mg и Fe как могущие давать с рассмотренными выше анионами нерастворимые или трудно растворимые соединения (Na, как не дающий таковых соединений с могущими встречаться в почвенном растворе анионами, к таким «поглотителям» не относится). Явления химического поглощения также представляют собой высокий агрономический интерес: благодаря им почва оберегается от потерь путем вымывания таких важнейших для культурной растительности соединений, каковыми являются фосфорная и серная кислоты.

Биологическое поглощение. Биологическим поглощением называется явление, вызываемое жизнедеятельностью населяющих почву микроорганизмов — бактерий, грибов и пр. Питаясь легко растворимыми соединениями почвы и превращая их, таким образом, в ткани своего тела, эти микроорганизмы способствуют тем самым закреплению в почве упомянутых соединений и препятствуют вымыванию их из почвы атмосферными водами. Особый интерес описываемый вид поглощения представляет тем, что благодаря ему предохраняются от вымывания, как непоглощаемые химически, почвенные нитраты, т. е. соединения, содержащие один из наиболее драгоценных для культурных растений элементов.

О биологическом поглощении (процессы «иммобилизации» тех или других соединений) нами говорилось выше.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные источники органического вещества почвы.
2. Что такое буферность почвы? Дайте характеристику его состава и свойств.
3. Каковы главные показатели поглотительной способности почвы?
4. Раскройте роль органического вещества, его гумусовой и негумусовой частей в формировании плодородия.
5. Назовите главные составляющие баланса гумуса в почвах и укажите особенности его формирования в пахотных и целинных почвах.
6. Как поглотительная роль влияет на генезис и плодородие почвы?

Лекция №6

Тема: СТРУКТУРА ПОЧВЫ

План лекции:

1. Агрономическое значение структуры
2. Образование структуры
3. Утрата и восстановление структуры почвы

Частицы почвы при склеивании образуют агрегаты, разные по величине и форме, и носят название структурных. Под структурой почвы понимают отдельные (агрегаты, комочки) разной величины, формы, на которые она распадается в спелом состоянии при рыхлении. Каждый комочек состоит из гранулометрических элементов, соединенных в макро- и микроагрегаты гумусом, корнями растений и др. Почва может быть структурной и бесструктурной. В последней гранулометрические элементы находятся в раздельночастичном состоянии. Примером бесструктурных почв могут быть песчаные: в них мало глинистых частичек и гумуса. Между структурными и бесструктурными почвами могут встречаться переходные, в которых структура выражена слабо. В зависимости от формы агрегатов различают три типа структуры — агрегатов различают три типа структуры — кубовидная, призмовидная, плитовидная.

Кубовидная структур имеет отдельности, одинаково развитые по трем осям. Подразделяется на роды: глыбистая, комковатая, ореховатая, зернистая, пылеватая.

Призмовидная структура характеризуется преимущественным развитием отдельностей по вертикальной оси. Подразделяется на столбчатую и призматическую.

В плитовидной структуре отдельности развиты в основном по двум горизонтальным осям. Подразделяется на плитчатую и чешуйчатую.

Наиболее распространена структура комковатая (тип кубовидной). Оптимальный размер комков 3–5 мм. Они характерны для черноземных почв. Образование структурных агрегатов происходит под влиянием корневой системы, которая уплотняет частицы почв, гумуса и гидроксидов железа (они склеивают частички), а кальций и магний цементируют их. Структура почвы не всегда прочная, и ее разрушает техника и соединения натрия (в аридном климате).

В зависимости от размеров агрегаты группируются следующим образом. Агрегаты более 10 мм называют глыбами, от 10 до 0,25 мм – макроагрегатами, менее 0,25 мм – микроагрегатами.

В почвенных горизонтах структурные отдельности обычно не бывают одного размера и формы. Часто структура в них смешанная. Например: комковато-зернистая, комковато-пылеватая и др.

Различным почвенным горизонтам свойственна определенная структура. Так, гумусовые горизонты характеризуются комковатой, зернистой (чернозем, дерновая почва) или мелкокомковатой, комковато-порошистой структурой.

Бесструктурные суглинистые почвы плохо впитывают воду, а ее сток может вызвать эрозию; вода и воздух в таких почвах антагонистичны. В бесструктурных почвах вода теряется в результате интенсивного капиллярного поднятия, что может привести к пересушиванию почвы, ухудшению обеспечения растений водой, элементами питания. Для получения хороших урожаев на бесструктурных почвах необходимо постоянно заботиться о высоком уровне агротехники.

Почвенную структуру могут разрушить механические факторы (передвижение по полям техники, животных, град и др.), а также физико-химические процессы, связанные с внесением в почву физиологически кислых удобрений, вытесняющих из почвы катионы кальция и магния.

Для образования и сохранения почвенной структуры необходимо систематически и в достаточном количестве вносить органические удобрения, известковать кислые почвы, обрабатывать почву в состоянии физической спелости. Хорошие результаты дают посевы многолетних трав (клевер с тимофеевкой), сидеральных культур.

Агрономическое значение структуры

Структурные почвы обладают высокой водопроницаемостью и большой водоудерживающей способностью. В таких почвах хороший газообмен с атмосферой, что обеспечивает активную жизнедеятельность почвенных микроорганизмов и мобилизацию элементов питания растений.

Структурные почвы легко обрабатывать, на них проще равномерно заделать семена, всходы появляются дружно, созревание наступает одновременно.

Бесструктурные распыленные почвы трудно обрабатывать, при этом образуются крупные глыбы. После дождей и полива эти почвы расплываются, а при высыхании образуют корку.

Важную роль в борьбе с эрозией играют комковатая и зернистая структуры. Почва считается структурной, если в пахотном слое на комковатые и зернистые водопрочные агрегаты размером 10,00...0,25 мм приходится более 55 %.

Образование структуры

Образование почвенной структуры происходит за счет двух обычно одновременно протекающих процессов. Один из них заключается в механическом разделении почвенной массы на агрегаты различного размера и формы. Второй процесс представляет собой

формирование внутреннего строения и свойств агрегатов — пористости, водопрочности, связности. Процессы структурообразования осуществляются под влиянием физико-механических, физико-химических химических и биологических факторов.

Физико-механические факторы. С ними связано разделение почвенной массы на структурные отдельности в результате изменения объема, давления и механического воздействия. Формирование агрегатов происходит вследствие чередующихся процессов увлажнения и иссушения, замерзания и оттаивания почвы, деятельности роющих животных, под воздействием давления, оказываемого растущими корнями растений, а также почвообрабатывающих орудий.

Важным структурообразующим фактором служит чередование процессов увлажнения и иссушения почвы. При увлажнении почва набухает и увеличивается в объеме. Чем выше степень дисперсности почвенных частиц, тем сильнее изменяется объем. При иссушении почвы происходит обратный процесс, т. е. ее усадка.

Поскольку процесс усадки не равномерен во всех направлениях, то образуются трещины, расчленяющие почвенную массу на отдельности различного размера. На характер усадки и образования трещин сильно влияет гумусированность почв. Увеличение содержания гумуса сопровождается нарастанием трещиноватости, но лишь до определенного предела. При содержании гумуса в почве выше 10% во многих случаях количество трещин уменьшается.

Процессы увлажнения и иссушения в почвах происходят достаточно часто. Особенно сильно влажность изменяется в самой верхней части почвы, где и выражено в наибольшей мере образование трещин и структурных отдельностей.

В почвах, богатых минералами группы монтмориллонита, эффект попеременного увлажнения и иссушения проявляется в глубоком растрескивании почв с обособлением крупных полигональных отдельностей. Образующиеся трещины достигают нескольких сантиметров в ширину и уходят в глубь почвы на м и более. По этим трещинам активно поглощаются ливневые воды, ко в то же время из них легко выдуваются пары воды, что приводит к иссушению почвы.

Широко распространено вертикальное и горизонтальное растрескивание почв при их периодическом замерзании и оттаивании. При замерзании объем воды увеличивается, связи в почвенной массе разрываются и образуется сеть трещин. При этом вода замерзает неравномерно. В крупных порах лед начинает образовываться при температуре 0...-20С, в мелких порах - при температуре -4...-50С. В результате образуются трещины разных размеров и по различным направлениям, что приводит к образованию структурных отдельностей в процессе оттаивания почвы. При этом важное значение имеет степень увлажнения почвы.

Если при наступлении отрицательных температур почва была близка к полному иссушению, то образование льда будет незначительным. Его влияние на объемные изменения в почве проявляется слабо или не выражено вообще.

В переувлажненной почве, когда все поры заполнены водой. Больше всего агрегатов от промораживания суглинистого чернозема наблюдается при влажности 25-30% от массы почвы. При увеличении влажности до 50% к массе почвы влияние промораживания на структурообразующие приближается к нулю.

В оптимально увлажненных почвах в качестве оструктурирующих факторов выступают капиллярные (менисковые) силы и связанная вода. Их агрегирующая роль проявляется при высыхании почвы, так как при этом мениски и адсорбированная вода способствует сужению капилляров и сближению механических элементов. После этого атомные и молекулярные силы притяжения между частицами почвы проявляются сильнее (рис. 33).

На структуру сильно влияет механическая обработка почвы с помощью сельскохозяйственных орудий. В зависимости от содержания органического вещества, гранулометрического состава, применяемого орудия и других условий, при которых

производится обработка, в почве преобладают процессы создания или разрушения структуры даже на одной и той же почве, применяя одно орудие обработки) можно получить структурную или бесструктурную пашню. Это зависит от того, при какой влажности почвы произведена обработка. С давних времен известно, что при определенной степени увлажнения любая почва приобретает особые свойства, вследствие чего она лучше поддается обработке. Состояние почвы, при котором механическая обработка наиболее эффективна, называют физической спелостью.

Почва, находящаяся в стадии физической спелости, лучше всего крошится, не прилипает к рабочим органам орудий и не распыляется. При обработке такой почвы энергетические затраты наименьшие. Обработывая почву соответствующими орудиями при определенной влажности, можно весьма существенно улучшить ее структурное состояние. Поэтому наиболее массовым и широкодоступным способом оструктурирования почв считается механическая обработка в состоянии физической спелости.

Необходимо упитывать, что существует не точка оптимальной влажности структурообразования а интервал такой влажности, причем для каждой почвы он будет индивидуальным. Так, в высокогумусных и тяжелых по гранулометрическому составу почвах интервал оптимальной влажности выше и шире, в легких и малогумусных почвах — ниже и меньше. Например, если в черноземах интервал влажности, оптимальный для структурообразования, в среднем составляет 30...40 % от массы сухой почвы, то в подзолистых почвах - 15...20%. От влажности почвы зависят и размеры образовавшихся агрегатов. В начале интервала влажности, оптимального для структурообразования, образуются более мелкие агрегаты) а в конце - более крупные.

Обработка искусственной или переувлажнённой почвы не обеспечивает ее эффективное крошение и формирование агрегатов необходимого размера, в результате чего образуется бесструктурная пашня. Крошение почвы и образование агрегатов обусловлены деформациями, возникающими в почвенной массе в результате ее скалывания лемехом, изгиба и кручения пласта по поверхности отвала, В процессе обработки существенная деформация почвы происходит при падении почвенной массы с отвала плуга в борозду.

Трещины, наметившиеся в результате природных процессов и усиливающиеся при кручении и изгибе пласта служат основой для распада почвы на агрегаты. Но эти явления возможны только в определенных интервале влажности почвы. В чрезмерно сыром состоянии масса почвы при падении в борозду слипается В иссушенном состоянии почва не распадается на агрегаты из-за прочного сцепления частиц и микроагрегатов при вспашке такой почвы образуются крупные глыбы, разрушение которых весьма затруднительно и требует значительных энергетических затрат. Однако с помощью одной механической обработки нельзя создать водопрочную структуру почвы, так как она формируется под влиянием физико-химических, химических и биологических факторов.

Физико-химические факторы. Образование структурных отдельностей под влиянием этих факторов связано с коагуляцией и цементирующим действием почвенных коллоидов, Агрегаты формируются или при взаимном со осаждении коллоидов, или вследствие коагуляции их электролитами.

Взаимное осаждение коллоидов происходит при взаимодействии разноименно заряженных коллоидных частиц или их участков, несущих противоположные заряды. В результате слипания коллоиды коагулируют, образуя микроагрегаты первого порядка. Поскольку коагуляция коллоидных частиц редко происходит в изoeлектрической точке, первичные микроагрегаты сами несут остаточный заряд — Положительный или отрицательный. Разноименно заряженные микроагрегаты притягиваются образуя микроагрегаты второго, третьего и т. Д. Порядков, включительно до мелких зерен.

В почвах коагуляция коллоидов чаще всего происходит под влиянием ионов-коагуляторов, таких как H^+ , Ca^{2+} , Mg , Fe , Al . Адсорбируясь в компенсирующем слое, они уменьшают величину заряда коллоидов, которые коагулируют и слипаются друг с другом с

образованием микроагрегатов. Агрегирование коллоидных частиц осуществляется за счет сил Ван-дер-Ваальса, катионовых мостиков, остаточных валентностей, водородной связи.

Скоагулированные коллоиды не только формируют микроагрегаты, но и способствуют скреплению более крупных частиц — пылеватых и песчаных, а также уже сформированных микроагрегатов.

Важнейшее условие образования агрономически ценной водопрочной структуры — необратимая коагуляция коллоидов. Она происходит под влиянием двух- и трёхвалентных катионов. При насыщении диффузного слоя коллоидов натрием и другими одновалентными катионами необратимой коагуляции коллоидов не происходит. Поэтому при участии таких коллоидов в склеивании частиц песка, пыли и микроагрегатов агрономически ценная структура не образуется. Хотя в сухом состоянии агрегаты имеют высокую прочность, при увлажнении они легко разрушаются из-за перехода коллоидов в золь.

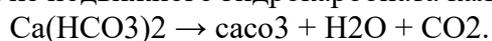
Прочно скрепляют механические элементы в агрегаты органические коллоиды, особенно гуматы кальция. Хорошими структурообразователями считаются гели железоорганических комплексов. Агрегаты, образующиеся при участии только минеральных коллоидов, водопрочностью не обладают.

Наиболее водопрочная структура образуется при взаимодействии гуматов кальция с минералами группы монтмориллонита и гидрослюдами, менее водопрочная — с каолинитом, кварцем, аморфной кремниевой кислотой. В оструктурировании красноцветных почв и красноземов важную роль играют соединения железа и алюминия.

Химические факторы. Роль химических факторов в оструктурировании почв заключается в образовании труднорастворимых соединений, цементирующих почвенные агрегаты. Эти соединения могут склеивать микроагрегаты и механические элементы, находящиеся в раздельно-частичном состоянии. К ним относят аморфные гидроксиды железа и алюминия, карбонат кальция, силикат магния и др.

В почвах с временным избыточным увлажнением отчетливо проявляется оструктурирующее действие соединений железа. При переувлажнении в почве развиваются восстановительные процессы, сопровождающиеся образованием водорастворимых закисных форм железа, пропитывающих почвенные агрегаты. В случае подсыхания почвы и смены восстановительных процессов на окислительные двухвалентное железо переходит в нерастворимые соединения трехвалентного железа, которые цементируют почвенные агрегаты. Такая структура характеризуется высокой механической прочностью и водопрочностью, однако отличается пониженной пористостью (<40%). Поскольку часть объема пор постепенно заполняется $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

В почвах аридных зон аналогичную роль играет CaCO_3 , образующийся при иссушении почвы из подвижного гидрокарбоната кальция:



Возможна цементация почвенных агрегатов $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ при образовании его из растворимых фосфатов.

Биологические факторы. Растения и животные населяющие почву, играют главную роль в структурообразовании, оказывая комплексное влияние на этот процесс

Деятельность почвенных животных можно рассматривать как своеобразную механическую обработку почвы. Почва, подвергшаяся обработке животными, как правило, отличается тончайшей структурой, большой гомогенностью и однородностью. В некоторых случаях деятельность животных оказывается более результативной, чем применение сельскохозяйственных орудий, так как ими обрабатывают чаще всего только пахотный слой, а животные нередко проникают и за его пределы, иногда на глубину более 1 м.

Большую роль в структурообразовании играют дождевые черви. Почва, прошедшая через кишечный тракт дождевых червей, уплотняется склеивается слизью, обогащается углекислым кальцием. Почву, переработанную таким образом, черви выбрасывают в виде мелких комочков — копролитов характеризующихся высокой водопрочностью. Структура,

созданная дождевыми червями, легко отличима по форме. Она, как правило, округлая, поверхность имеет своеобразный «оплавленный» характер.

При наличии 12...15 червей на 1 м² почвы они за год перерабатывают до 20 т/га земли. Гигантские и пестрые дождевые черви, обитающие в серых лесных почвах и черноземах Северо-Западного Китая, за теплый период года пропускают через кишечный тракт и оструктуривают от 170 до 225 т/га почвенной массы. При такой активной деятельности дождевых червей копролиты играют заметную роль в агрегатном составе почвы. Так, в целинных обыкновенных черноземах Каменной Степи на долю агрегатов, представленных копролитами приходится до половины от суммы всех структурных отдельностей. Воздействие дождевых червей на структурообразование столь существенно, что их специально разводят и в последующем вносят в почву.

Исключительно важная роль в оструктуривании почвы принадлежит растениям. Корневая система растений служит эффективно действующим фактором расчленения почвенной массы на структурные отдельности. Пронизывая почвенную массу во всех направлениях, корни расчленяют и уплотняют ее, действуя как своеобразные клинья. Даже сравнительно плотная почва во влажном состоянии не оказывает сопротивления прохождению корней. По густой сети полых пространств разнообразной конфигурации, остающейся после отмирания и разложения корней, почва способна распадаться на агрегаты различного размера и формы.

Роль растений в структурообразовании не ограничивается только механическим воздействием на почву. При разложении растительных остатков образуются различные неспецифические органические соединения, принимающие участие в агрегировании почвенной массы, и гумусовые кислоты, играющие ведущую роль в формировании водопрочных агрегатов. Немаловажную роль в образовании структуры играют прижизненные корневые выделения. В их состав входят разнообразные органические соединения, а общее их количество за период вегетации может достигать 10 % и более от растительной биомассы.

Наиболее водопрочной структурой характеризуются целинные черноземы, где оптимально сочетаются природные факторы структурообразования — хорошо развитая травянистая растительность, высокое содержание гумуса, в составе которого заметно преобладают гуматы кальция, обогащенность илистой фракции гидрослюдами и минералами монтмориллонитовой группы, активная микробиологическая деятельность и др. К северу и югу от черноземной зоны условия для формирования агрономически ценной водопрочной структуры ухудшаются.

При переходе от черноземов к подзолистым почвам складываются все более неблагоприятные условия для произрастания травянистой растительности, которая в конечном итоге сменяется хвойными лесами. Возрастает кислотность почв, снижается содержание гумуса, в составе которого начинают преобладать подвижные компоненты типа фульвокислот и низкомолекулярных органических соединений, ухудшаются условия для микробиологической деятельности и необратимой коагуляции коллоидов.

В южном направлении от Черноземной зоны усиливается дефицит влаги, вследствие чего происходит смена растительных группировок. В почвах ухудшаются условия гумусообразования,

Обесструктуривание пахотных почв происходит и в результате многократного и интенсивного воздействия на почву тяжелой сельскохозяйственной техники. При воздействии техники на сухую почву происходит истирание и распыление структуры. После выпадения атмосферных осадков такая почва заплывает, а при последующем иссушении формируются крупные глыбы. Влажная почва под влиянием тяжелой техники спрессовывается а при подсыхании также распадается на крупные глыбистые отдельности. При разрушении структуры под воздействием тяжелой техники снижается пористость почв, вплоть до полного исчезновения водо- и воздухопроводящих пор.

Физико-химические процессы. Их участие в обесструктурировании почв проявляется через реакции ионного обмена, в результате которых двухвалентные катионы в ППК замещаются на одновалентные. Вследствие этого при увлажнении почвы происходит пептизация коллоидов, в первую очередь гумусовых веществ, прочно скрепляющих механические элементы и микроагрегаты, что ведет к разрушению почвенной структуры.

Биологические процессы. Обесструктурирование почв под влиянием биологического фактора отчетливо проявляется при экстенсивном использовании пашни. Когда в почве ежегодно отмечается дефицит свежего органического вещества, микроорганизмы начинают утилизировать не только лабильные, но и более устойчивые гумусовые соединения — главный клеящий компонент при образовании почвенных агрегатов. Минерализация органических соединений, участвующих в образовании структуры, особенно активно протекает при оптимальном для микрофлоры водно-тепловом режиме и достаточном количестве элементов минерального питания.

Теоретические основы оструктурирования почв разработали П. А. Костычев, В. Р. Вильямс, К. К. Гедройц, Н. А. Качинский и их ученики. Важнейшие мероприятия по сохранению, улучшению и восстановлению структуры в пахотных почвах включают:

- пополнение запасов органического вещества;
- воздействие на состав и состояние почвенных коллоидов;
- рациональную механическую обработку;
- применение искусственных структурообразователей.

Применение органических удобрений (навоза, компостов, сидератов) — широко распространенный прием оструктурирования почв. Содержащиеся в удобрениях органические соединения, в том числе и гумусовые, способствуют образованию в почве макро- и микроагрегатов. Вспышка микробиологической деятельности, отмечающаяся после внесения органического удобрения, также благоприятствует структурообразованию.

Весьма эффективный прием улучшения структурного состояния почвы — посев многолетних трав. Они развивают мощную корневую систему и обогащают почву большим количеством свежего органического вещества, что способствует интенсивной деятельности червей, насекомых и микроорганизмов. Благодаря этому в почву поступают продукты трансформации растительных остатков, а также продукты жизнедеятельности и автолиза почвенной биоты. Все это в совокупности способствует существенному улучшению структурного состояния почв за сравнительно короткий период (2-3 года).

Структурообразованию способствуют и однолетние сельскохозяйственные растения, образующие хорошо развитую корневую систему (пшеница, кукуруза и др.) При достаточном количестве влаги и элементов питания. Если однолетние культуры формируют небольшой урожай, то их роль в структурообразовании невелика.

В общих чертах оструктурирующее действие сельскохозяйственных культур проявляется через пожнивно-корневые остатки, остающиеся в почве после уборки урожая и подвергающиеся гумификации. Когда содержание гумуса в почве увеличивается, то возрастает и количество органических и органо-минеральных коллоидов. Но устойчивый структурообразующий эффект может быть получен только в том случае, если коллоиды необратимо скоагулированы.

В северной части земледельческой зоны в подзолистых и дерново-подзолистых почвах с кислой реакцией среды заметное количество органических веществ находится в миграционноспособной форме. Под влиянием этих веществ соединения полуторных оксидов приобретают подвижность, а тонкодисперсные частицы пептизируются, что сопровождается общим ухудшением структуры почв. Известкование в сочетании с применением органических удобрений и посевами многолетних трав способствует коагуляции подвижных органических и минеральных коллоидов, в результате чего возрастает количество агрономически ценных агрегатов.

В южных районах широко представлены почвы с щелочной реакцией среды и высоким содержанием обменного натрия (солонцы и солонцеватые почвы). Эти почвы

характеризуются повышенной дисперсностью почвенной массы, что негативно отражается на их структурном состоянии. Для улучшения почвенной структуры здесь практикуют гипсование в сочетании с внесением органических удобрений, орошением и посевом многолетних трав.

Рациональная механическая обработка предусматривает не только вспашку почвы в состоянии физической спелости, но и минимализацию воздействия на почву тяжелой сельскохозяйственной техники. Например, при соответствующих условиях традиционную многократную механическую обработку пропашных культур сокращают, а для некоторых культур ее не проводят вообще. В. Р. Вильямс подчеркивал, что механическое воздействие на почву должно быть по возможности редким, чтобы уменьшить неизбежное распыление структуры при частой механической обработке почв.

Быстрым и эффективным приемом улучшения структурного состояния пахотных почв считается применение искусственных структурообразователей. Они представляют собой высокомолекулярные соединения (полимеры и сополимеры), получившие собирательное название «крилиумы».

Крилиумы - это производные трех органических кислот: акриловой, метакриловой и малеиновой. Эти соединения применяют в небольших дозах (0001-0,05% от массы почвы).

Наибольшего эффекта достигают при внесении искусственных структурообразователей в виде раствора, поскольку в этом случае происходит более полное и более равномерное взаимодействие их с почвой. Оструктурирующее действие крилиумов на суглинистых и глинистых почвах прослеживается на протяжении трех - пяти лет, тогда как на песчаных и супесчаных почвах чаще всего ограничивается одним вегетационным сезоном.

Структурообразующее влияние крилиумов проявляется тем сильнее, чем богаче почва органическими (гумусом) и минеральными коллоидами, т. е. Чем выше ее потенциальная способность к оструктуриванию. При этом искусственные структурообразователи в большей степени обеспечивают водопрочность уже существующих природных агрегатов по сравнению с агрегатами, образовавшимися под их воздействием из распыленной почвы. Это связано с тем, что высокомолекулярные соединения легче проникают в те места, где частицы или микроагрегаты отделились друг от друга в результате набухания или механического воздействия. Поскольку агрегаты распадаются прежде всего по тем направлениям, где скрепляющие силы наиболее слабые, то заполнение этих мест крилиумами приводит к стабилизации структурных отдельностей и их упрочнению. В итоге суммарный эффект от действия агрегирующих систем почвы и искусственного структурообразователя оказывается выше, нежели от одного крилиума. Поэтому сохранение имеющейся в почве агрономически ценной структуры считается одной из важнейших задач, поскольку создание новой структурной пашни из распыленной массы почвы требует гораздо больше сил и средств, чем улучшение уже существующей структуры.

Контрольные вопросы

1. Какие соединения называют ферментами? Каковы их продуцирование и значение для живых организмов?
2. Назовите источники почвенных ферментов. Какую роль играют отдельные ферменты в почвенных химических процессах?
3. Дайте понятие о ферментативном комплексе почв и его функционировании.
4. Дайте общую характеристику течения ферментативных процессов в целинных и пахотных почвах.

Лекция №7

Тема: ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

План лекции:

1. Общие физические свойства почвы
2. Физико-механические

Общие физические свойства почвы.

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

Плотность почвы (по устаревшей номенклатуре — объёмный вес, объемная масса) — масса сухого вещества почвы в единице ее объема ненарушенного естественного сложения, выражается в г/см³, обычно обозначается символом d . Плотность почвы зависит от механического и минералогического состава, структурного состояния, порозности, содержания органического вещества. Она варьирует от 0,04-0,4 г/см³ в торфах до 1,8 г/см³ в глеевых минерных горизонтах.

Общие физические свойства почв (часть 1)

Плотность пахотного слоя не постоянная во времени. При измерении сразу после вспашки она ниже, затем постепенно повышается и приходит в равновесное состояние (равновесная плотность).

По С.И. Долгову, пахотный слой считается рыхлым при плотности 0,9-0,95; нормальной плотности (оптимальной) — 0,95-1,15; уплотненным — 1,15-1,25 и сильно уплотненным, требующим рыхления — более 1,25 г/см³.

Плотность твердой фазы почвы (по устаревшей номенклатуре — удельный вес) — средняя плотность частиц, из которых состоит почва — масса сухого вещества в единице объема твердой фазы почвы. Измеряется в г/см³ или т/м³. Обычно обозначается символом d . Зависит она от плотности веществ, из которых состоит почва. Поскольку плотность преобладающих минералов в составе почв находится в диапазоне 2,5-3,0 г/см³ (кварц — 2,56; полевые шпаты — 2,60-2,76; глинистые минералы — 2,5-2,7 г/см³), то плотность минеральных горизонтов в среднем составляет 2,652,70 г/см³. Плотность органических веществ (гумус, растительные остатки) значительно ниже минеральных, находится в пределах 1,4-1,8 г/см³. Поэтому плотность гумусовых горизонтов несколько ниже плотности минеральных и составляет, примерно, 2,4-2,6 г/см³ (табл. 17.1).

Порозность почв (синонимы: пористость, скважность) — это суммарный объём пор между твердыми частицами, занятый воздухом и водой. Выражается порозность в % от общего объёма почвы; вычисляется по показателям плотности почвы (d_v) и плотности твёрдой фазы (d):

Общие физические свойства почв.

Различают общую порозность, капиллярную (внутриагрегатную и некапиллярную (межагрегатную)). Капиллярные поры заняты водой полностью при влажности, соответствующей наименьшей влагоемкости. Такая вода удерживается менисковыми силами и является доступной для растений. Некапиллярные (крупные поры) заняты обычно почвенным воздухом (порозность аэрации), поскольку вода в них после дождей находится под действием гравитационных сил, свободно передвигается и не удерживается. Наибольшая общая порозность (55-70%) наблюдается в гумусовых горизонтах, а в торфах и лесных подстилках может достигать 90%. В минеральных горизонтах она снижается до 35-50%, а в глеевых — до 25-30%. Порозность оказывает большое влияние на рост и развитие растений, так как от нее зависит обеспеченность корней растений влагой и воздухом. Н.А. Качинский предложил следующую шкалу для оценки общей пористости пахотного слоя:

- более 70% — почва вспушена, избыточно пористая,
- 55-65 — отличная, культурный пахотный слой,

- 50-55 — удовлетворительная,
- менее 50 — неудовлетворительная,
- менее 40% — очень неудовлетворительная.

Для накопления оптимальных запасов влаги и хорошей аэрации необходимо, чтобы некапиллярная пористость составляла 55-65% от общей пористости. Поры, занятые воздухом — пористость аэрации должна составлять не менее 15-20% объема в минеральных почвах и 30-40% в торфяных.

Регулирование порозности проводят обработками почвы, а также внесением рыхлящих почву материалов: торфа, соломы, компостов.

Удельная поверхность — это суммарная поверхность (внутренняя и внешняя) всех частиц почвы. Она выражается в м²/г и варьирует от 1,5-2 м²/г в песчаных почвах, до 300-400 м²/г в суглинистых и глинистых. Удельная поверхность, наряду с гранулометрическим составом, позволяет судить о степени дисперсности почвы и ее адсорбционной способности.

Физико-механические свойства.

К физико-механическим свойствам относятся пластичность, липкость, усадка, связность, твердость и сопротивление при обработке.

Пластичность — способность почвы изменять свою форму под влиянием внешних сил и сохранять эту форму впоследствии.

Пластичность проявляется только при увлажнении почвы и тесно связана с механическим составом (глинистые почвы пластичны, песчаные — непластичны). На пластичность влияют состав коллоидной фракции почвы, поглощенных катионов и содержание гумуса. Например, при содержании в почве натрия ее пластичность усиливается, а при насыщении кальцием — снижается. При высоком содержании гумуса пластичность почвы уменьшается.

Липкость — способность почвы прилипать к различным поверхностям. В результате прилипания почвы к рабочим частям машин и орудий увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество обработки почвы. Липкость возрастает при увлажнении. Высокогумусированные почвы (например, черноземы) даже при высоком увлажнении не проявляют липкости. У глинистых почв липкость наибольшая, у песчаных — наименьшая. Увеличение степени насыщенности почвы кальцием способствует уменьшению, а насыщение натрием — увеличению липкости. С липкостью связано такое агрономическое и ценное свойство почвы, как физическая спелость. Состояние, когда почва при обработке не прилипает к орудиям и крошится на комки, отвечает ее физической спелости.

Набухание — увеличение объема почвы при увлажнении. Оно присуще почвам, содержащим много коллоидов, и объясняется связыванием коллоидами молекул воды. Почвы с большим содержанием поглощенного натрия (солонцы) набухают больше, чем содержащие много поглощенного кальция. Набухание может вызвать неблагоприятные в агрономическом отношении изменения в пахотном горизонте. Вследствие набухания частички почвы могут быть настолько разделены пленками воды, что это приведет к разрушению структурных отдельностей.

Усадка — уменьшение объема почвы при высыхании. Это обратный процесс набуханию. При высушивании почвы вследствие усадки появляется трещиноватость.

Связностью и твердостью почвенной массы определяются такие важнейшие технологические показатели, как сумма энергетических затрат, расход горючего и смазочных материалов, износ машин и орудий.

Связность почвы — способность сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить ее частицы. Обуславливается она силами сцепления между частичками почвы. Связность определяет твердость почвы, то есть сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо предмета. Определяется это свойство специальными приборами — твердомерами. Высокая твердость является признаком плохих физико-химических и агрофизических свойств почвы. Твердость почвы влияет на сопротивление при обработке.

Удельное сопротивление — усилие, затрачиваемое на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую плужную поверхность. В зависимости от механического состава, физико-химических свойств, влажности и агрохозяйственного состояния земли удельное сопротивление почвы изменяется в пределах от 0,2 до 1,2 кг/см².

Физико-механические свойства почв улучшают химической мелиорацией при условии применения передовой агротехники.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите о механических свойствах почвы.
2. В результате чего появляется трещиноватость на почвах?
3. Что относится к физико-механическим свойствам почвы?
4. Мероприятия по улучшению физико-механических свойств почвы?

Лекция №8

Тема: ВОДНЫЕ СВОЙСТВА И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

План лекции:

1. Категории почвенной воды и ее свойства
2. Водные свойства почв
3. Доступность почвенной влаги растениям
4. Водный режим почв
5. Регулирование водного режима

Вода в почве — один из важнейших факторов плодородия и урожайности растений. В почвенных процессах, в создании агрономически важных свойств почвы она играет значительную и разностороннюю роль. Эта роль определяется особым положением воды в природе. Вода — это особая физико-химическая весьма активная система, обеспечивающая перемещение веществ в пространстве. С содержанием воды в почве связаны скорость выветривания и почвообразования, гумусообразование, биологические, химические и физико-химические процессы. В воде растворяются питательные вещества, которые из почвенного раствора поступают в растения. Поскольку при испарении воды затрачивается огромное количество тепла, вода является и терморегулятором почвы и растений, предохраняя их от перегрева солнечной радиацией.

Вода поступает в почву в виде атмосферных осадков, грунтовых вод, при конденсации водяных паров из атмосферы, при орошении. Главным источником воды в почве в условиях неорошаемого земледелия являются атмосферные осадки.

Содержание влаги в процентах к массе абсолютно сухой почвы (высушенной при 105°C) характеризует влажность почвы. Ее можно также выразить в процентах объема почвы (в м³ Да, мм или т/га).

В составе растений содержится 80—90 % воды. В процессе своей жизнедеятельности они тратят огромное ее количество. Для создания 1 г сухого вещества требуется от 200 до 1000 г воды. При недостатке воды в почве формируются неустойчивые и низкие урожаи сельскохозяйственных культур.

Водообеспеченность растений зависит не только от количества поступающей воды в почву, но и от ее водных свойств. При равной абсолютной влажности почвы могут содержать разное количество доступной воды, что обусловлено гранулометрическим составом почв, структурным состоянием, содержанием гумуса и другими показателями, определяющими их водные свойства.

Познание закономерностей поведения почвенной влаги, процессов водопотребления растениями, водных свойств и водного режима имеет большое значение для управления и

оптимизации водного режима с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

В изучение закономерностей взаимосвязей между водой, почвой и растением большой вклад внесли А. А. Измаильский, Г. Н. Высоцкий, П. С. Коссович. Основы учения о водных свойствах почв и водных режимах изложены в трудах А. Ф. Лебедева, С. И. Долгова, А. Н. Роде, Н. А. Качинского и других ученых.

Категории (формы) почвенной воды, их характеристика и доступность растениям.

Вода в почвах неоднородна. Разные ее количества имеют неодинаковые физические свойства (термодинамический потенциал, теплоемкость, плотность, вязкость, химический состав, осмотическое давление и т. Д.), обусловленные взаимодействием молекул воды между собой и с другими фазами почвы (твердой, жидкой, газообразной). Количество почвенной воды, обладающие одинаковыми свойствами, получили название категорий или форм почвенной воды.

Согласно классификации, разработанной А. А. Роде (1965), в почвах различают пять категорий (форм) почвенной воды: твердую, химически связанную, парообразную, сорбированную и свободную.

Твердая вода — лед. Эта категория воды является потенциальным источником жидкой и парообразной воды. Появление воды в форме льда может иметь сезонный (сезонное промерзание почвы) или многолетний («вечная» мерзлота) характер. Лед переходит в жидкое и парообразное состояние при температуре воды выше 0°C.

Химически связанная вода входит в состав химических соединений (минералов) в виде гидроксильной группы — так называемая конституционная вода $[\text{Fe}(\text{OH})_3, \text{Al}(\text{OH})_3]$ или целыми молекулами — кристаллизационная вода.

Конституционную воду удаляют из почвы прокаливанием при температуре 400—800 °С, кристаллизационную — при нагревании почвы до 100—200 °С. Химически связанная вода — важный показатель состава почвы; она входит в состав твердой фазы почвы и не является самостоятельным физическим телом, не передвигается, не обладает свойствами растворителя и недоступна растениям.

Парообразная вода содержится в почвенном воздухе, в порах, свободных от воды, в форме водяного пара. Парообразная влага может передвигаться вместе с током почвенного воздуха, а также диффузно из мест с большей упругостью водяного пара в места с меньшей упругостью.

Несмотря на то что общее количество парообразной воды не превышает 0,001 % массы почвы, она играет большую роль в перераспределении почвенной влаги и предохраняет корневые волоски растений от пересыхания.

Конденсируясь, пар переходит в жидкую воду. В почве парообразная влага передвигается от теплых слоев к более холодным. В связи с этим возникают восходящие и нисходящие сезонные и суточные потоки водяного пара. За счет восходящего передвижения водяного пара в зимнее время в метровом слое почвы засушливых районов аккумулируется до 10—14 мм влаги.

Физически связанная, или сорбированная, вода образуется путем сорбции парообразной и жидкой воды на поверхности твердых частиц почвы. Физически связанную воду в зависимости от прочности связи с твердой фазой почвы подразделяют на прочносвязанную и рыхлосвязанную (пленочную).

Прочносвязанная (гигроскопическая) вода образуется в результате адсорбции молекул воды из парообразного состояния на поверхности твердых частиц почвы. Свойство почвы сорбировать парообразную воду называют гигроскопичностью почв, а сорбированную воду — гигроскопической. Прочносвязанная гигроскопическая вода удерживается на поверхности почвенных частиц очень высоким давлением, образуя вокруг почвенных частиц тончайшие пленки.

По физическим свойствам гигроскопическая вода приближается к твердым телам. Она обладает высокой плотностью (1,5— 1,8 г/см³), низкой электропроводностью, не растворяет

вещества, отличается повышенной вязкостью, замерзает при температуре от -4 до -78 °С, недоступна растениям.

Предельное количество воды, которое может быть поглощено почвой из парообразного состояния при относительной влажности воздуха, близкой к 100 %, называют максимальной гигроскопической (МГ) водой. При влажности почвы, равной МГ, толщина пленки из молекул воды достигает 3—4 слоев.

Величины гигроскопичности и МГ зависят от гранулометрического и минералогического составов, содержания гумуса. Чем больше в почве илистой, особенно коллоидной, фракции и гумуса, тем выше гигроскопичность и МГ.

В минеральных слабогумусированных песчаных и супесчаных почвах максимальная гигроскопичность колеблется от 0,5 до 1 %. В сильногумусированных суглинистых и глинистых почвах максимальная гигроскопичность может составлять 15—16%, а в торфах - до 30—50 %.

Однако за счет поглощения парообразной воды сорбционные силы поверхности почвенных частиц не исчерпываются, даже если влажность почвы достигает максимальной гигроскопичности. При соприкосновении частиц почвы с водой происходит дополнительное ее поглощение и образуется рыхлосвязанная, или пленочная вода. Она удерживается почвенными частицами менее прочно, очень медленно передвигается от почвенных частиц с большей пленкой к частицам с меньшей пленкой. Толщина пленки достигает нескольких десятков молекул воды и может превышать величину максимальной гигроскопичности в 2—4 раза. Пленочная влага имеет плотность несколько выше плотности свободной воды, обладает пониженной растворяющей способностью, замерзает при температуре $-1,5...-4$ °С, частично доступна для растений.

Свободная вода — это вода, содержащаяся в почве сверх рыхлосвязанной. Она не связана силами притяжения с почвенными частицами. Различают две формы свободной воды в почве: капиллярную и гравитационную.

Капиллярная вода находится в тонких капиллярных порах почвы и передвигается в них под влиянием капиллярных сил, возникающих на поверхности раздела твердой, жидкой и газообразной фаз. Эта вода наиболее доступна растениям.

В зависимости от характера увлажнения различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду. При увлажнении почвы сверху атмосферными осадками или оросительными водами формируется капиллярно-подвешенная вода. При увлажнении почвы снизу за счет грунтовых вод в почве образуется капиллярно-подпертая вода. Зону капиллярного насыщения над грунтовой водой называют капиллярной каймой (КК).

Гравитационная вода размещается в крупных некапиллярных порах, свободно просачивается вниз по профилю под действием силы тяжести. Различают гравитационную воду просачивающуюся и влагу водоносных горизонтов. Последняя над водоупорным слоем образует почвенные и грунтовые воды, а также временный горизонт верховых вод.

Водные свойства почв. Основными водными свойствами почв являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность.

Водоудерживающая способность — свойство почвы удерживать воду, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил. Наибольшее количество воды, которое способна удерживать почва теми или иными силами, называется влагоемкостью.

В зависимости от того, в какой форме находится удерживаемая почвой влага, различают полную, наименьшую, капиллярную и максимально-молекулярную влагоемкость.

Полная (максимальная) влагоемкость (ПВ), или водовместимость, — это количество влаги, удерживаемое почвой в состоянии полного насыщения, когда все поры (капиллярные и некапиллярные) заполнены водой.

Для почв нормального увлажнения состояние влажности, соответствующее полной влагоемкости, может быть после снеготаяния, обильных дождей или при поливе большими нормами воды. Для избыточно влажных (гидроморфных) почв состояние полной влагоемкости может быть длительным или постоянным.

При длительном состоянии насыщения почв водой до полной влагоемкости в них развиваются анаэробные процессы, снижающие ее плодородие и продуктивность растений. Оптимальной для растений считается относительная влажность почв в пределах 50—60 % ПВ.

Однако в результате набухания почвы при ее увлажнении, наличия заземленного воздуха полная влагоемкость не всегда точно соответствует общей пористости почвы.

Наименьшая влагоемкость (НВ) — это максимальное количество капиллярно-подвешенной влаги, которое способна длительное время удерживать почва после обильного ее увлажнения и свободного стекания воды при условии исключения испарения и капиллярного увлажнения за счет грунтовой воды.

При НВ в почве 55—75 % пор заполнено водой, создаются оптимальные условия влаго- и воздухообеспеченности растений. Величина НВ зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса и сложения почвы. Чем тяжелее почва по гранулометрическому составу, чем больше в ней гумуса, тем выше ее наименьшая влагоемкость. Очень рыхлая и сильноплотная почвы имеют меньшую влагоемкость (НВ), чем почвы средней плотности. Для суглинистых и глинистых почв величина НВ колеблется от 20 до 45 % абсолютной влажности почв. Наибольшие значения НВ характерны для гумусированных почв тяжелого гранулометрического состава с хорошо выраженной макро- и микроструктурой.

По мере испарения и потребления воды растения теряют сплошное заполнение водой капилляров, уменьшаются подвижность воды и доступность ее растениям. Влажность, соответствующая разрыву капилляров, называется влажностью разрыва капилляров (ВРК). Это гидрологическая константа почвы, характеризующая нижний предел оптимальной влажности. Для суглинистых и глинистых почв ВРК составляет 65—70 % НВ.

Максимальное количество капиллярно-подпертой влаги, которое может содержаться в почве над уровнем грунтовых вод, называется капиллярной влагоемкостью (КВ).

Максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ) соответствует наибольшему содержанию рыхлосвязанной воды, удерживаемой сорбционными силами или силами молекулярного притяжения.

При влажности, близкой к ММВ, растения обычно начинают устойчиво завядать, поэтому такую влажность называют влажностью завядания (ВЗ) или «мертвым», недоступным для растений запасом влаги в почве. Для разных растений, а также разных периодов их роста (проростки или зрелые растения) влажность завядания будет неодинакова. Особенно чувствительны к критическому состоянию влажности почвы проростки.

Влажность завядания растений определяют методом проростков по С. И. Долгову или расчетным способом, используя процентное содержание воды в почве, равное максимальной гигроскопической влаге. При этом учитывают, что отношение влажности завядания к максимальной гигроскопической влаге в разных почвах для разных растений колеблется от 1 до 3, для незаселенных почв оно чаще составляет 1,3—1,5, для засоленных — несколько выше. Влажность завядания (в %) равна максимальной гигроскопической влажности (в %), умноженной на коэффициент 1,34 (по рекомендации гидрометеослужбы) или 1,5 (по рекомендации Н. А. Качинского):

$$ВЗ = МГ \cdot 1,34 (1,5).$$

Влажность завядания различается в зависимости от типа почв и гранулометрического состава. В торфяных почвах влажность завядания достигает 50 % массы абсолютно сухой почвы.

Влажность завядания представляет важнейшую гидрологическую константу. На основании данных ВЗ и общего содержания влаги в почве вычисляют запас продуктивной влаги, т. е. той влаги, которая доступна для растений и расходуется на формирование урожая.

Количество продуктивной влаги принято выражать в мм толщины водяного слоя. В таком виде запасы воды лучше сопоставлять с данными по осадкам. 1 мм воды на площади 1 га соответствует воды.

Оптимальные запасы продуктивной влаги (по А. М. Шульгину) в метровом слое почвы в период вегетации растений находятся в среднем в пределах от 100 до 200 мм.

Как избыточная влажность (более 250 мм), так и недостаточная (менее 50 мм) отрицательно сказываются на развитии растений и их урожайности.

Водопроницаемость почв — способность почв впитывать и пропускать через себя воду. Различают две стадии водопроницаемости: впитывание и фильтрацию. Впитывание — это поглощение воды почвой и ее прохождение в не насыщенную водой почве. Фильтрация (просачивание) — передвижение воды в почве под влиянием силы тяжести и градиента напора при полном насыщении почвы водой. Эти стадии водопроницаемости характеризуются соответственно коэффициентами впитывания и фильтрации.

Водопроницаемость измеряется объемом воды (мм), протекающей через единицу площади почвы (см²) в единицу времени (ч) при напоре воды 5 см.

Величина эта очень динамична, зависит от гранулометрического состава и химических свойств почв, их структурного состояния, плотности, порозности, влажности.

В почвах тяжелого гранулометрического состава водопроницаемость ниже, чем в легких; присутствие в ППК поглощенного натрия или магния, способствующих быстрому набуханию почв, делает почвы практически водонепроницаемыми.

Оценку водопроницаемости почв проводят по шкале, предложенной Н. А. Качинским (1970).

Водопроницаемость (при напоре Оценка

Воды 5 см и температуре 10 °С, мм/ч)

Свыше 1000 Провальная

1000 — 500 Излишне высокая

500—100 Наилучшая

100—70 Хорошая

70—30 Удовлетворительная

<30 Неудовлетворительная

При недостаточной водопроницаемости влага или застаивается на поверхности почвы, создавая условия для вымочек посевов, или стекает по уклону местности, способствуя проявлению водной эрозии.

При очень высокой водопроницаемости влага не накапливается в корнеобитаемом слое, быстро фильтруется в глубь почвенного профиля, в условиях орошаемого земледелия происходят потери поливной воды, подъем уровня грунтовых вод и возникает опасность вторичного засоления почв.

Водоподъемная способность — свойство почвы вызывать восходящее передвижение содержащейся в ней воды за счет капиллярных сил.

Высота подъема воды в почвах и скорость ее передвижения определяются в основном гранулометрическим и структурным составами почв, их порозностью.

Чем почвы тяжелее и менее структурны, тем больше потенциальная высота подъема воды, а скорость подъема ее меньше.

На скорость подъема воды влияет также степень минерализации грунтовых вод. Высокоминерализованные воды характеризуются меньшей высотой и скоростью подъема. Однако близкое к поверхности залегание минерализованных грунтовых вод (1 — 1,5 м) создает опасность быстрого засоления почв.

Водный режим почв. Под водным режимом понимают совокупность явлений поступления влаги в почву, ее удержание, расход и передвижение в почве. Количественно его выражают через водный баланс, характеризующий приход влаги в почву и расход из нее.

Общее уравнение водного баланса выражают следующим образом:

$$V_0 + V_{oc} + V_r + V_k + V_{пр} + V_б = E_{исп} + E + V_{и} + V_{п} + V_c + V_{,},$$

Где V_0 — начальный запас влаги; V_{oc} — сумма осадков за период наблюдения; V_r — количество влаги, поступающей из грунтовых вод; V_k — количество влаги, конденсирующейся из паров воды; $V_{пр}$ — количество влаги, поступающей в результате поверх-

ностного притока; V_6 — количество влаги, поступающей от бокового притока почвенных и грунтовых вод; $E_{исп}$ — количество влаги, испарившейся с поверхности почвы (физическое испарение); E_T — количество влаги, расходуемое на транспирацию (десукция); $V_{и}$ — влага, инфильтрующаяся в почвенно-грунтовую толщу; $V_{п}$ — количество воды, теряющейся за счет поверхностного стока; V_c — влага, теряющаяся при боковом внутрпочвенном стоке; V_j — запас влаги в почве в конце периода наблюдения.

Если за длительный период времени прогрессирующего увлажнения или иссушения территории не происходит, приход и расход воды в почве равны, уравнение водного баланса равно нулю. Запасы воды в почве в этом случае в начале и в конце периода наблюдений могут быть равны: $V_0 = V_j$. Для склоновых элементов рельефа количество воды, поступающей от бокового притока почвенных и грунтовых вод, равно количеству воды, теряющейся при боковом стоке: $V_6 = V_c$. Содержание конденсирующейся в почве влаги по сравнению с другими статьями баланса мало, и им можно пренебречь. С учетом этих уточнений уравнение водного баланса приобретает следующий вид:

$$V_{ос} + V_r + V_{пр} = E_{исп} + E_T + V_{и} + V_{п}.$$

Еще более простой вид имеет уравнение водного баланса равноценных территорий с глубоким залеганием грунтовых вод:

$$V_0 + V_{ос} = E + V_b$$

Где E — суммарное испарение, или эвапотранспирация.

В зависимости от характера годового водного баланса по соотношению его составляющих — годовым осадкам и годовому испарению — формируются основные типы водного режима.

Отношение годовой суммы осадков к годовой испаряемости называют коэффициентом увлажнения (КУ). В разных природных зонах КУ колеблется от 3 до 0,1.

Для различных природных условий Г. Н. Высоцкий установил 4 типа водного режима: промывной, периодически промывной, непромывной и выпотной. Развивая учение Г. Н. Высоцкого, профессор А. А. Роде выделил 6 типов водного режима, разделив их на несколько подтипов.

1. Мерзлотный тип. Распространен в условиях многолетней мерзлоты. Мерзлый слой грунта водонепроницаем, является водопором, над которым проходит надмерзлотная верховодка, которая обуславливает насыщенность водой верхней части оттаявшей почвы в течение вегетационного периода.

2. Промывной тип (КУ > 1). Характерен для местностей, где сумма годовых осадков больше испаряемости. Весь профиль почвы ежегодно подвергается сквозному промачиванию до грунтовых вод и интенсивному выщелачиванию продуктов почвообразования. Под влиянием промывного типа водного режима формируются почвы подзолистого типа, красноземы и желтоземы. При близком к поверхности залегании грунтовых вод, слабой водопроницаемости почв и почвообразующих пород формируется болотный подтип водного режима. Под его влиянием формируются болотные и подзолисто-болотные почвы.

3. Периодически промывной тип (КУ = 1, при колебаниях от 1,2 до 0,8). Этот тип водного режима отличается средней многолетней сбалансированностью осадков и испаряемости. Для него характерны чередование ограниченного промачивания почв и пород в сухие годы (непромывные условия) и сквозное промачивание (промывной режим) во влажные. Промывание почв избытком осадков происходит 1—2 раза в несколько лет. Такой тип водного режима присущ серым лесным почвам, черноземам оподзоленным и выщелоченным. Водообеспеченность почв неустойчивая.

4. Непромывной тип (КУ < 1). Характеризуется распределением влаги осадков преимущественно в верхних горизонтах и не достигает грунтовых вод. Связь между атмосферной и грунтовой водой осуществляется через слой с очень низкой влажностью, близкой к ВЗ. Обмен влагой происходит путем передвижения воды в форме пара. Такой тип водного режима характерен для степных почв — черноземов, каштановых, бурых

полупустынных и серо-бурых пустынных почв. В указанном ряду почв уменьшается количество осадков, увеличивается испаряемость. Коэффициент увлажнения снижается с 0,6 до 0,1.

Влагооборот захватывает толщу почв и грунта от 4 м (степные черноземы) до 1 м (пустынно-степные, пустынные почвы).

Запасы влаги, накопленные в почвах степей весной, интенсивно расходуются на транспирацию и физическое испарение и к осени становятся ничтожно малыми. В полупустынной и пустынной зонах без орошения земледелие невозможно.

5. Выпотной тип ($KУ < 1$). Проявляется в степной, полупустынной и пустынной зонах при близком залегании грунтовых вод. Преобладают восходящие потоки влаги по капиллярам от грунтовых вод. При высокой минерализации грунтовых вод в почву поступают легкорастворимые соли, происходит ее засоление.

6. Ирригационный тип. Он создается при дополнительном увлажнении почвы оросительными водами. При правильном нормировании поливной воды и соблюдении оросительного режима водный режим почвы должен формироваться по непромывному типу с $KУ$, близким к единице.

Регулирование водного режима. Каждой почвенно-климатической зоне присущи те или иные типы водного режима почв, которые в зависимости от особенностей возделываемых культур требуют соответствующих мероприятий по его регулированию.

В таежно-лесной почвенно-климатической зоне и в других зонах, где наблюдается избыточное увлажнение почв, используют различные агротехнические приемы, направленные на отвод избыточной влаги из верхних горизонтов почвы: грядкование и гребне-вание, нивелировку микро- и мезопонижений. При необходимости проводят осушение открытыми канавами, закрытым дренажем, обвалованием, кольматажем и другие мелиоративные приемы.

Избыточное увлажнение можно устранить созданием мощного, хорошо окультуренного пахотного слоя и рыхлением подпахотного горизонта, что обеспечивает повышение влагоемкости почвы и просачивание влаги в нижние слои. Эта влага в засушливые критические периоды вегетации служит дополнительным резервом для выращиваемых растений.

В таежно-лесной зоне иногда бывают засушливые годы, когда сельскохозяйственные культуры из-за недостатка продуктивной влаги резко снижают урожай. Например, в Московской области из 100 лет 29 бывают засушливыми, 23 — избыточно влажными, 48 — нормальными. Поэтому даже в этой зоне в отдельные годы целесообразно накопление и сбережение влаги атмосферных осадков.

В зонах лесостепи и степи с неустойчивым и недостаточным увлажнением почв основные задачи по регулированию водного режима сводятся к накоплению, сохранению и продуктивному использованию влаги выпадающих осадков для поддержания необходимой обеспеченности возделываемых культур. В этих зонах большое значение приобретают мероприятия, направленные на ослабление поверхностного стока воды, снегозадержание, уменьшение физического испарения воды из почвы.

Важная роль принадлежит системе обработки почвы, чистым парам, борьбе с сорняками, лесополосам. Так, зяблевая обработка почвы, обеспечивая рыхлое строение пахотного слоя, способствует лучшему поглощению дождевых и талых вод, уменьшает поверхностный сток и снижает потери влаги на физическое испарение. Это улучшает влагообеспеченность сельскохозяйственных культур и повышает их урожай.

В засушливых районах Заволжья, Западной Сибири эффективны кулисные пары, способствующие увеличению запасов продуктивной влаги в метровом слое до 50 мм и более. Непроизводительные потери влаги на физическое испарение существенно уменьшаются при проведении весеннего боронования полей, а также при рыхлении поверхностных горизонтов почвы после дождей, предупреждающих образование корки. Послепосевное прикатывание почвы изменяет плотность поверхностного слоя пахотного горизонта по сравнению с

остальной его массой. Разность плотностей почвы обуславливает капиллярный подток влаги из нижележащего слоя и помогает возникновению конденсации водяных паров воздуха. Применение минеральных и органических удобрений способствует более экономичному использованию влаги; водопотребление в расчете на 100 кг зерна снижается в среднем на 26 % (Листопадов, Шапошникова).

В овощеводстве для сохранения влаги широко применяют мульчирование почвы различными материалами

В пустынно-степной и пустынных зонах основной способ регулирования водного режима — орошение. При орошении особенно важно стремиться к уменьшению непродуктивных потерь воды для предотвращения вторичного засоления. Оптимизация водно-физических свойств почв, их структурного состояния способствует улучшению влагообеспеченности растений в различных почвенно-климатических зонах.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите категории (формы) воды в почве. Какова их прочность связи с твердой фазой почвы и доступность растениям?
2. Дайте понятие почвенно-гидрологическим констант, перечислите основные из них.
3. Что называется продуктивной влагой? Как ее вычислить?
4. Назовите и охарактеризуйте водные свойства почвы. Какие свойства почв определяют водные свойства?
5. Дайте понятие водного режима.
6. Охарактеризуйте типы водного режима и приемы их регулирования.

Лекция № 9

Тема: ВОЗДУШНЫЕ СВОЙСТВА И ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

План лекции:

1. Состав свободного почвенного воздуха
2. Газообмен почвенного воздуха с атмосферным. Воздушные свойства почв
3. Воздушный режим почв и его регулирование

Почвенный воздух находится в трех состояниях: свободном (в порах), адсорбированном (в твердой фазе), растворенном (в почвенном растворе).

Состав свободного почвенного воздуха, его динамика, оптимальные параметры. Свободный почвенный воздух состоит из тех же газов, что и атмосферный, но отличается от него ярко выраженной динамикой содержания кислорода и углекислого газа. Атмосферный воздух содержит (% от объема): 78,1 — азота, 20,9 — кислорода, 0,03 — углекислого газа и около 1% благородных газов (аргон, гелий, ксенон и криптон).

В почвенном воздухе содержится меньше кислорода - 10-20% но больше углекислого газа - 0,03-9%, по сравнению с атмосферным. Кроме того в почвенном воздухе постоянно присутствуют в небольших количествах аммиак, иногда закись азота, сероводород метан. Хотя содержание азота считается довольно стабильным, имеются данные о возможности существенного увеличения азота в почвенном воздухе (до 82-86%). В пахотных, хорошо аэрируемых почвах содержание CO₂ в почвенном воздухе не превышает 1-2%, а O₂ — не опускается ниже 18%. В условиях избытка влаги и затрудненного газообмена содержание CO₂ повышается а O₂ — снижается до десятых долей процента.

Почва постоянно в течение теплого сезона поглощает кислород и выделяет углекислый газ. Основными потребителями кислорода в почве являются корни растений, аэробные микроорганизмы, почвенная фауна, и незначительная часть его расходуется на

чисто химические процессы. Источником кислорода является атмосферный воздух, который поступает в почвенный воздух диффузно с осадками и оросительной водой.

Кислород участвует в актах дыхания растений, и при его отсутствии растения погибают. Кроме того, при недостатке кислорода в почве развиваются анаэробные процессы, в том числе глеевый, которые резко ухудшают агрономические свойства почв, рост и развитие растений. Оптимальное содержание кислорода в почвенном воздухе 19-20%.

Основным источником углекислоты в почвах является органическое вещество (растительные и животные остатки, органические удобрения, частично гумус), которое разлагается и окисляется микроорганизмами. Значительное количество углекислоты, около одной трети, по оценке В.А. Ковды, в почве выделяется корнями растений.

Небольшие количества CO_2 могут поступать в почву из грунтовых вод, в результате десорбции из твердой и жидкой фазы и при разложении карбонатов. Средняя концентрация углекислого газа в воздухе, равная 0,03%, недостаточна для потенциально возможного урожая сельскохозяйственных культур. Искусственное повышение концентрации углекислоты в приземном воздухе повышает урожай растительной массы на 30-100%. Оптимальное содержание углекислоты в почвенном воздухе составляет от десятых долей процента до 1-2%, повышенные концентрации (более 2-3%) угнетают развитие растений.

Выделение углекислоты из почвы в приземный слой атмосферы называется дыханием почвы. Количество выделяющейся углекислоты зависит от содержания и ежегодного поступления в почву свежих органических веществ, в том числе органических удобрений, и составляет в почвах зонального ряда 1-10 т/га в год в пересчете на углерод. Между почвенным и атмосферным воздухом происходит постоянный газообмен. Имеются сведения, что более 90% углекислоты воздуха имеет почвенное происхождение. Глобальная роль почвенного покрова заключается в регулировании состава атмосферного воздуха.

Воздушные свойства почв зависят от влажности, объемной плотности, механического состава, структурности почвы. Благодаря воздухопроницаемости и порозности аэрации почвы в том или ином количестве содержат почвенный воздух. Почвенный воздух — газы, находящиеся в порах почвы, свободных от влаги; содержание его выражается в процентах от объема почвы и изменяется в зависимости от динамики влажности почв в данной местности.

Почвенный воздух хорошо дренированных почв содержит, %: азота — 78, кислорода — 21, аргона — 0,9, углекислого газа — 0,03. По составу он мало отличается от атмосферного (в нем больше углекислоты и меньше кислорода).

В зависимости от пористости, влажности, состава растений, количества органических веществ, микроорганизмов содержание O_2 и CO_2 в почвенном воздухе может меняться от 0 до 20 %. Различия в концентрации O_2 и CO_2 определяются интенсивностью использования O_2 , поступлением CO_2 и быстротой газообмена между атмосферным и почвенным воздухом — аэрацией.

Аэрация, или газообмен почвенного воздуха с атмосферным, осуществляется благодаря воздухопроницаемости почвы. Перемещение молекул происходит вследствие различия парциального давления газов (диффузии). Процесс диффузии газов в самой почве происходит в 5—20 раз медленнее, чем в атмосфере. На аэрацию оказывает влияние поступление влаги в почву, которая вытесняет воздух в атмосферу.

Значительное влияние на газообмен оказывают верховодка и близлежащие (1,5—2,0 м) грунтовые воды с переменным уровнем. При подъеме уровня воды воздух, обогащенный углекислотой, выталкивается в атмосферу, а при опускании уровня воды происходит втягивание атмосферного воздуха, обогащенного кислородом. Аэрация усиливается благодаря изменению температуры и барометрического давления атмосферы. Нагревание почвы сопровождается расширением газов и их выходом в приземный слой воздуха, то же самое происходит при уменьшении атмосферного давления. И, наконец, газообмен почв усиливается при действии ветра в приземном слое, обычно занятом той или иной растительностью.

Значение почвенного воздуха и аэрация для почвенных процессов, жизнедеятельности растений и микроорганизмов определяется составом почвенного воздуха и, в частности, соотношением; кислорода и углекислоты.

Значительная часть почвообразовательных процессов, связанных с разложением органических веществ, сопровождается окислительными процессами, активной микробиологической деятельностью. Поэтому самые верхние органогенные горизонты поглощают значительное количество кислорода. Так, лесная подстилка способна поглотить кислорода до 400 мл на 1 кг, гумусовые горизонты поглощают от 0,5 до 3 мл на 1 кг абсолютно сухого вещества, а нижние горизонты подзолистых почв — десятые и сотые доли миллилитра.

Поглощается кислород и растущими корнями растений, микроорганизмами. При этом во всех случаях в почвенный воздух выделяется углекислый газ. При недостатке кислорода создаются анаэробные условия, замедляются процессы разложения органических веществ, изменяются группы микроорганизмов, изменяется валентность Fe и Mg, начинаются процессы оторфовывания, оглеения, разрушения почвенной структуры с образованием плотных горизонтов.

Анаэробные условия складываются в почвах при содержании кислорода 2,5—5 % или если его меньше 5,5 см³ в 1 кг почвы. При недостатке кислорода в почве изменяются интенсивность и направление почвообразования, а почвенный воздух насыщается недоокисленными соединениями (метан, сероводород, ароматические вещества) и главным образом углекислотой, содержание которой может достигать 15—20 % объема.

Находящийся в почвах углекислый газ способствует образованию (при реакции $pH > 5$) бикарбонатов. При реакции среды $pH < 5$ углекислый газ способствует растворению карбонатов и, по-видимому, образуя угольную кислоту, может участвовать в процессах химического и биохимического выветривания, способствуя перемещению различных веществ по профилю почв. При недостатке кислорода прекращается рост корней, проростков, элементы питания становятся недоступными, а изменяющиеся физические условия в почве приводят к прекращению роста растений и потере почвенного плодородия.

Для обеспечения наилучших условий газового состава почвенного воздуха, аэрации, роста растений и развития микроорганизмов необходимо, чтобы порозность аэрации верхних горизонтов почвы находилась в пределах 15—20 % объема почвы. Соотношение в почвах O₂ и CO₂ постоянно изменяется в связи с сезонными и годовыми циклами развития растений и климатическими факторами.

Улучшение воздушного режима почвы прямо связано с агротехническими приемами по регулированию физических свойств почв и водного режима. Повышение аэрации почв достигается уменьшением увлажнения верхних горизонтов. Однако для роста растений требуется оптимальное соотношение между почвенным воздухом и влагой, что достигается лишь в хорошо оструктуренных почвах добавлением органических удобрений при вспашке. Хороший эффект дают осушение болот, создание микроповышений и лесомелиоративных насаждений.

Воздушный режим регулируют во всех почвенно-климатических зонах и особенно на тяжелых и склонных к уплотнению малокультуренных и заплывающих почвах, образующих поверхностную корку, резко препятствующую газообмену между почвенным и атмосферным воздухом, на орошаемых землях, сильно уплотняющихся после полива. Многие приемы, применяемые для регулирования водного режима почвы, одновременно оказывают влияние и на воздушный режим. Важнейшее значение имеют те из них, которые улучшают физические, физико-химические и другие свойства почвы: накопление органического вещества, сочетание разноглубинных обработок, а при необходимости и периодические углубления пахотного слоя, щелевание и др.

На землях избыточного увлажнения эффективны все приемы, способствующие удалению избытка влаги (дренаж, узкозагонная вспашка, поделка гребней и гряд, посев на

них культурных растений и др.). На средних и тяжелых по механическому составу почвах целесообразны частые механические обработки.

В засушливых условиях в почве мало влаги и много воздуха. Там целесообразны прикатывание и выравнивание поверхности, способствующие сохранению влаги в почве. Легкие почвы не следует подвергать частому рыхлению, особенно глубокому. Их глубокая механическая обработка оправдана только при заделке органических удобрений и при борьбе с корнеотпрысковыми и корневищными сорняками.

Регулируют воздушный режим путём улучшения физических свойств и структуры почвы: это обработка почвы, внесение органических удобрений, выращивание многолетних трав, отвод излишнего количества воды с почвы, известкование кислых и гипсование засоленных почв. Особенно велика роль обработки почвы. Хорошо взрыхленные почвы (плотность которых не превышает 1,2-1,3 г/см³) даже при сравнительно высокой влажности углекислого газа содержат не более 0,2-0,6, а кислорода – не менее 20 %, то есть имеют удовлетворительный воздушный режим. В уплотнённых и сильно увлажнённых почвах содержание углекислого газа поднимается до вредного уровня – 2 и даже 5-6%. Глубокое рыхление обеспечивает проникновение воздуха в нижние слои почвы, что способствует прорастанию корней вглубь и усиливает засухоустойчивость растений.

Рыхление верхнего слоя почвы предотвращает образование почвенной корки.

В зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения, где дефицит воздуха в почве случается редко, практически нет необходимости в применении специальных мер увеличения газообмена (не считая орошаемых земель).

Неудовлетворительный воздушный режим может сложиться на тяжёлых переувлажнённых почвах, при наличии слитых горизонтов в профиле почвы, образовании плужной подошвы или почвенной корки.

Контрольные вопросы и задания:

1. Расскажите о приемах улучшения воздушного режима почв?
2. Расскажите о водном режиме почв.
3. Что представляет собой воздушные свойства почв?

Лекция №10

Тема: ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА И ТЕПЛОВЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ

План лекции:

1. Источники тепла в почве
2. Тепловые свойства почвы
3. Тепловой режим

Тепло — необходимый фактор жизни и роста растения. С ним связаны важнейшие биологические и абиотические процессы, протекающие в почве и определяющие развитие почвообразования и плодородия: интенсивность химических реакций, процессы физического выветривания, деятельность микроорганизмов и почвенной фауны, прорастание семян и рост растений, процессы обмена веществом и энергией.

Источники тепла в почве. Главным источником тепла, поступающего в почву, является лучистая энергия Солнца (солнечная радиация).

К тепловым свойствам почвы относятся тепло-поглощательная способность, теплоемкость и теплопроводность.

Теплопоглощательная способность — способность почвы поглощать лучистую энергию Солнца. Она характеризуется величиной альбедо (А). Альбедо — количество коротковолновой солнечной радиации, отраженной поверхностью почвы и выраженное в %

общей величины солнечной радиации, достигающей поверхности почвы. Чем меньше альbedo, тем больше поглощает почва солнечной радиации. Оно зависит от цвета, влажности, структурного состояния, выравненное™ поверхности почвы и растительного покрова.

Приведем альbedo (%) различных почв, пород и растительных покровов (Чудновский, 1959): чернозем сухой — 14, чернозем влажный — 8, серозем сухой — 25—30, серозем влажный — 10—12, глина сухая — 23, глина влажная — 16, песок белый и желтый — 30—40, пшеница яровая — 10—25, пшеница озимая — 16—23, травы зеленые — 26, травы высушенные—19, хлопчатник — 20—22, рис— 12, картофель— 19.

Темно-каштановая почва (черноземы и др.) поглощает больше солнечной радиации, чем светло-каштановые (подзолистые, сероземы и др.); влажная — больше, чем сухая.

Теплоемкость — свойство почвы поглощать тепло. Характеризуется количеством тепла в джоулях (калориях), необходимого для нагревания единицы массы (1 г) на 1 °С — весовая (или удельная) теплоемкость или объемная — в 1 см³ на 1 °С; зависит от минералогического, гранулометрического составов, содержания органического вещества, влажности, пористости почвы и содержания воздуха. Теплоемкость воды равна 1,000 кал, торфа — 0,477, глины — 0,233 и песка — 0,196 кал.

Теплопроводность — способность почвы проводить тепло. От нее зависит скорость передачи тепла от одного слоя к другому, а следовательно, и способность почвы быстрее или медленнее нагреваться или охлаждаться в определенной толще ее профиля. Она измеряется количеством тепла в джоулях (калориях), которое проходит за 1 с через 1 см² слоя почвы толщиной в 1 см. Отдельные составные части почвы имеют разную теплопроводность.

Тепловой режим почвы. Совокупность явлений поступления, переноса, аккумуляции и отдачи тепла называют тепловым режимом почвы. Основным показателем теплового режима почвы, который характеризует ее тепловое состояние, является температура генетических горизонтов почвенного профиля.

Поскольку приток лучистой солнечной энергии связан с его суточными и годовыми ритмами, то и для температуры почвы характерны суточные и годовые закономерности ее изменения.

Суточный ход температуры. Днем поверхность почвы нагревается и максимальная ее температура наблюдается около 13 ч. Затем происходит постепенное охлаждение почвенной поверхности, и минимум ее температуры отмечается перед восходом солнца. По мере нагревания поверхности почвы происходит передача тепла и в более глубокие слои. При этом наиболее быстро изменяется температура на поверхности почвы. С глубиной скорость этих изменений заметно уменьшается в связи со слабой теплопроводностью почвы. Поэтому максимум и минимум суточных температур на разных глубинах профиля почвы наступают в разное время, в среднем отмечено запаздывание на 2—3 ч на каждые 10 см глубины профиля.

Годовой ход температуры. Годовой ход температуры имеет два периода: летний — период нагревания почвы с потоком тепла от верхних горизонтов к нижним и зимний — период охлаждения почвы с потоком тепла от нижних слоев профиля к верхним. Амплитуды колебаний температуры почвы между этими периодами определяются условиями атмосферного климата и свойствами почв.

Снежный покров предохраняет почву от промерзания: чем он меньше, рыхлее и длительнее сохраняется, тем больше утепляет почву и снижает глубину ее промерзания. Сохранение и накопление снега имеет большое значение в предохранении от вымерзания посевов озимых, многолетних трав и посадок плодово-ягодных культур.

Растительный покров, задерживая и накапливая снег, ослабляет промерзание почвы.

Рельеф влияет на накопление снега и увлажнение почвы.

Влияние деятельности человека на промерзание почвы связано с применением растительного покрова (вырубка или посадка древесно-кустарниковой растительности,

сохранение травянистой растительности и т.д.), что сказывается на накоплении снега или существенном изменении увлажнения (орошение, осушение).

Теплообеспеченность почв основных зон страны снижается с запада на восток. В сельскохозяйственных районах таежно-лесной зоны она колеблется от нижесредней (Западная и Средняя Сибирь) до вышесредней (Приморье), в лесостепной — от нижесредней до хорошей, в степной — от средней (Восточная Сибирь) до весьма хорошей (Предкавказье), в зоне сухой степи — от хорошей до весьма хорошей. Наилучшая теплообеспеченность у почв сухих и влажных субтропиков.

Типы температурного режима почв. В зависимости от среднегодовой температуры и длительности промерзания почвы выделяют 4 типа температурного режима почв (по В. Н. Димо): мерзлотный, длительно сезоннопромерзающий, сезоннопромерзающий и непромерзающий.

Мерзлотный тип температурного режима характерен для местностей, где среднегодовая температура профиля почвы имеет отрицательный показатель (ряд провинций полярной и Восточно-Сибирской мерзлотно-таежной областей). В таких почвах преобладает процесс охлаждения, сопровождающийся промерзанием почвенной влаги до верхней границы многолетнемерзлых пород.

Длительно сезоннопромерзающий тип температурного режима проявляется на территориях, где преобладает положительная среднегодовая температура почвенного профиля. Глубина проникновения отрицательных температур не менее 1 м, но смыкание сезоннопромерзающей толщи с многолетнемерзлыми породами не наблюдается. Длительность промерзания не менее 5 мес.

Сезоннопромерзающий тип температурного режима отличается положительной среднегодовой температурой почвенного профиля. Промерзание профиля длится менее 5 мес. Подстилающие породы немерзлые. Длительно сезоннопромерзающий и сезоннопромерзающий типы температурного режима свойственны большей части территории России.

Непромерзающий тип температурного режима имеют территории, где промерзание профиля почв и морозность не проявляются. К ним относятся теплая южно-европейская фация и зоны субтропического пояса.

Регулирование теплового режима. В сельскохозяйственной практике регулирование теплового режима имеет важное значение для обеспечения оптимальных условий роста растений.

Растительный покров, затеняя поверхность почвы, ослабляет приток к ней солнечного тепла и способствует понижению температуры почвы. Поэтому в жарких районах некоторые культуры (табак, кофе) возделывают под пологом древесных пород. Мульчирование поверхности почвы торфом, соломой, мульчбумагой и другими материалами широко применяют для регулирования температуры почвы, особенно в овощеводстве. Обработка почвы и рыхление поверхностного слоя способствуют более быстрому обмену тепла в почве.

Полив — эффективный прием регулирования температуры почвы. При этом температура ее поверхностных слоев заметно снижается. Осушение болотных торфяных почв заметно ухудшает их прогревание в весенне-летний период, так как при улучшении аэрации теплопроводность снижается.

Эффективными приемами регулирования теплового режима почв в холодное время являются снежные мелиорации. Снегозадержание одновременно и важный прием накопления влаги в почве. Его широко применяют в засушливых и континентальных районах, где снежный покров обычно невелик, а сильные морозы могут значительно повредить посевы полевых и посадки плодово-ягодных культур.

1. Назовите тепловые свойства почвы, дайте им характеристику и агрономическую оценку.
2. Дайте характеристику типам температурных режимов.
3. Какими агрономическими приемами осуществляют регулирование температурного режима

Лекция №11

Тема: ПОЧВЕННЫЙ РАСТВОР И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВАХ

План лекции:

1. Методы выделения почвенного раствора
2. Состав и концентрация почвенного раствора
3. Окислительно-восстановительные процессы в почвах

Методы выделения почвенного раствора.

Для выделения и изучения почвенных растворов в зависимости от условий и задач исследования применяются различные методы.

1 группа методов: выделение и изучение почвенных растворов с помощью вытяжек, т.е. извлечение раствора добавлением в почву воды в количестве, значительно превышающем навеску почвы (наиболее часто применяемое соотношение почва:вода -- 1:5).

Составы почвенных растворов и водных вытяжек весьма сильно различаются между собой. Поэтому в настоящее время водные вытяжки используются в основном для характеристики в почвах легкорастворимых солей и иногда для определения ряда легкодоступных растениям питательных элементов.

2 группа методов: выделение раствора из почвы в сравнительно неизменном виде. Для выделения почвенного раствора из образца почвы предварительно отобранного из почвы, необходимо преодолеть силу взаимодействия твердой и жидкой фаз почвы. Поэтому все методы основываются на применении внешней силы:

1. Давление, создаваемое прессом;
2. давление сжатого газа;
3. центробежная сила;
4. вытесняющая способность различных жидкостей.

Количество выделяющегося почвенного раствора зависит от водоудерживающих свойств почвы и степени ее увлажнения.

Получить почвенные растворы центрифугованием возможно лишь в почвах с влажностью, близкой к полной влагоемкости.

Практически в современных почвенных исследованиях наиболее часто применяются первый и последний методы, т.е. отпрессовывание раствора или вытеснение замещающей жидкостью. Выделение почвенного раствора замещением его другой жидкостью заключается в том, что через колонку, заполненную исследуемой почвой с естественной влажностью, сверху просачивается вытесняющая жидкость. Наиболее удобен для этой цели этиловый спирт. Для улучшения фильтрационных свойств тяжелых почв их рекомендуется смешивать с хорошо отмытым кварцевым песком.

При использовании этих методов после выделения раствора в почве остается еще некоторое количество влаги. Преимущества данных методов возможность получения растворов при влажности, характерной для почв в вегетационный период, поэтому практически динамику почвенного раствора можно изучить лишь этими методами.

Недостаток их некоторое нарушение карбонатного равновесия и окислительно-восстановительного состояния раствора при его отделении от почвы.

3 группа методов: т.н. лизиметрические методы, действующие по принципу замещения и вытеснения растворов почвенных растворов талыми и дождевыми водами. Для количественного учета и изучения состава просачивающихся сквозь почву растворов применяют лизиметры различного устройства: лизиметры-контейнеры с бетонированными стенками и дном, лизиметры-монолиты, лизиметры-воронки, плоские лизиметры закрытого типа, в наименьшей степени нарушающие естественное залегание почвы, лизиметрические хроматографические колонки.

Недостаток всех лизиметрических установок -- возможность получения растворов лишь в периоды сильного увлажнения почв. Кроме того, в лизиметрических установках, особенно типа подставных воронок, нарушается в определенной мере естественный ход фильтрации, что не позволяет получать строго количественной характеристики выноса тех или иных компонентов почвы. Поэтому при изучении динамики состава почвенных растворов желательно сочетать лизиметрический метод с другими методами выделения почвенных растворов (отпрессовывание и др.).

4 группа методов: непосредственные исследования водной фазы почв в почве естественного залегания в полевых условиях. Первые методы с применением электродов, погружаемых в почву, для определения влажности и электропроводимости почв (учет запаса солей) были проведены еще в конце 19 века. Долгое время в почвах определяли лишь активность ионов водорода и окислительно-восстановительный потенциал. В последние годы развития потенциометрических и, в частности, ионометрических методов позволяет более широко проводить эти исследования, определять широкий набор ионов (Ca, Mg, K, Na, NO₃, Cl), измеряя их активность в почве.

Состав и концентрация почвенного раствора.

Почвенный раствор имеет огромное значение для развития растений, которые используют растворенные в нем элементы питания.

Состав, концентрация и реакция почвенного раствора весьма разнообразны и зависят от особенностей и интенсивности биохимических процессов в почве, состава гумуса, поглощенных катионов и содержания в ней легкорастворимых солей.

При разложении органических остатков происходит их минерализация с постепенным образованием водорастворимых органических и минеральных веществ. Кроме того, при развитии этих процессов образуется углекислый газ, который, растворяясь в воде, способствует растворению минеральных веществ почвы. Поглощенные катионы непрерывно взаимодействуют с катионами почвенного раствора, переходя в раствор.

Содержание в почве легкорастворимых солей (хлоридов, сульфатов, карбонатов и некоторых фосфатов) также очень сильно влияет на состав и концентрацию почвенного раствора, поскольку соли растворяются в воде, поступающей в почву.

В состав почвенного раствора входят минеральные и органические вещества, находящиеся в молекулярной или коллоидной степени дисперсности и растворимые или пептизируемые в воде. Минеральная часть почвенного раствора представлена обычно бикарбонатами, сульфатами, нитратами и фосфатами, растворимыми в воде. В некоторых почвах есть также хлориды и сода. В очень незначительных количествах раствор может содержать соли кремниевой кислоты и полуторных окислов.

В состав органической части почвенного раствора входят водорастворимые гуминовые кислоты и их соли и незначительное количество водорастворимых промежуточных продуктов разложения органических остатков — аминокислоты, органические кислоты, сахара и т. д.

По концентрации почвенного раствора все почвы делятся на незасоленные и засоленные.

В незасоленных почвах концентрация почвенного раствора не-велика и не превышает одного или нескольких граммов на 1 л раствора. Минеральная часть раствора представлена в

основном бикарбонатами, а также небольшим количеством сульфатов и нитратов. Осмотическое давление почвенного раствора в этом случае ниже осмотического давления клеточного сока растений и не превышает 1—3 атмосфер. Элементы питания, находящиеся в почвенном растворе, доступны растениям.

В засоленных почвах концентрация почвенного раствора очень высока, часто достигает нескольких десятков и сотен граммов на 1 л раствора. Минеральная часть представлена в основном хлоридами, содой, сульфатами натрия, кальция и магния. Осмотическое давление почвенного раствора при высокой концентрации солей поднимается до 10—20 и более атмосфер, и растения не могут использовать минеральные вещества из такого раствора. Кроме того, сода и хлористый натрий вредны для растений.

Часть почвенного раствора входит в состав капиллярной и гравитационной влаги и вполне доступна растениям, другая часть — в состав прочносвязанных форм влаги и растением не используется.

Реакция почвенного раствора определяется концентрацией в нем водородных и гидроксильных ионов и зависит от содержания в растворе кислот, их кислых и щелочных солей.

В почвах, содержащих в составе обменных катионов, кроме щелочноземельных, ионы водорода и алюминия (выщелоченные и оподзоленные черноземы, серые лесные почвы, дерново-подзолистые почвы), реакция почвенного раствора определяется одно-временным присутствием гидрокарбоната кальция, свободной углекислоты, органических кислот и их солей и изменяется в пре-делах рН от 7 до 5.

Сильнокислая и сильнощелочная реакция почвенного раствора крайне неблагоприятна для растений, а иногда и губительна. Благоприятной является слабокислая или слабощелочная реакция в пределах рН 6—7,5.

Наиболее распространенным методом определения концентрации и состава почвенного раствора является метод водной вытяжки с последующим анализом фильтрата. Более правильную картину о концентрации и составе почвенного раствора дают прямые методы вытеснения и анализа почвенных растворов, разработанные в последнее время. Необходимо отметить, что состав, концентрация и реакция почвенного раствора очень изменяются даже в течение вегетационного периода. Во время интенсивного развития растений и потребления ими элементов питания, а также при выпадении обильных атмосферных осадков концентрация раствора понижается. В засушливое время года, а также в периоды интенсивного разложения органических остатков она повышается.

Состав почвенного раствора изменяют внесением удобрений, агротехникой и мелиорацией. Поэтому для правильного регулирования почвенного раствора необходимо хорошо знать почву, чтобы установить причины, от которых зависит состав почвенного раствора, и разработать мероприятия по его улучшению.

Понятие об окислительно-восстановительных процессах. В почве широко распространены окислительно-восстановительные процессы, имеющие большое значение в почвообразовании и плодородии почв.

Процессами окисления называют:

1. присоединение кислорода;
2. отдачу водорода;
3. электронов без участия водорода и кислорода.

Обратные процессы объединены в понятие «восстановление». В общем виде реакции окисления рассматривают как отдачу электронов, а восстановления — как присоединение электронов.

Соотношение в почве в конкретный период наблюдений окислительных и восстановительных процессов, сопровождающихся накоплением окисленных или восстановленных продуктов этих реакций, характеризует окислительно-восстановительное (ОВ) состояние почвы.

Для количественной оценки ОВ-состояния почвы можно использовать несколько показателей: величину ОВ-потенциала (Eh), которую определяют с помощью потенциометров, величину индекса аэробности (rH_2), рассчитанную по формуле;

количественные показатели содержания в почве суммы восстановленных продуктов или отдельных их компонентов (Fe^{2+} , Mn^{2+} , H_2S и др.). Eh характеризует разность потенциалов, возникающую между почвенным раствором и электродом из инертного металла (платины), помещенным в почву.

По величине Eh можно судить о преобладании в почве окислительных или восстановительных процессов, условиях обеспечения корней растений кислородом и т. д. Благоприятное ОВ-состояние почвенной среды характеризует величина Eh в пределах 450-700 мВ. Показатели в 250-300 мВ и ниже свидетельствуют о заметном развитии восстановительных процессов и создании неблагоприятных для растений условий аэрации в почве. При глубоком анаэробии и господстве восстановительных процессов Eh может достигать отрицательных значений (-100 мВ).

Величина $rH_2 = 27$ характеризует рубеж перехода от окислительного состояния к восстановительному (и наоборот). При величине $rH_2 > 27$ в почве преобладают окислительные процессы, а показатель $rH_2 < 27$ свидетельствует о нарастании восстановительных условий. При интенсивном развитии восстановительных процессов rH_2 снижается до 20 и менее. Характеристика ОВ-состояния почвы по показателям rH_2 позволяет получить сравнительную его оценку для почв с разной величиной их реакции.

Факторы развития окислительно-восстановительных процессов. Проявление ОВ-процессов в почве зависит от ее генетических свойств и состояния водно-воздушного, температурного и биохимического режимов.

Главным окислителем в почвах является свободный кислород почвенного воздуха и кислород, растворенный в почвенной влаге. Большая часть окислительно-восстановительных реакций имеет биохимическую природу, т. е. они связаны с проявлением микробиологических процессов.

Эти два обстоятельства определяют особую роль в развитии окислительно-восстановительных процессов следующих факторов: аэрации, влажности почвы, температуры, содержания и состава в почве органического вещества и минеральных соединений элементов переменной валентности.

Аэрация характеризует условия воздухообмена. Она тесно связана с комплексом физических свойств почвы (структурой, плотностью, пористостью) и увлажнением. Так, при пористости аэрации 18-20% создается благоприятный воздухообмен почвы с атмосферой, что обеспечивает нормальное течение в ней окислительных процессов. Пористость аэрации в 10-12% затрудняет поступление кислорода в почву, и при нормальной микробиологической активности его расход не восполняется, что приводит к возникновению анаэробных процессов, при которых в качестве источника кислорода анаэробные микроорганизмы используют связанный кислород минеральных соединений почвы. При этом образуются восстановленные продукты.

При пористости аэрации $< 6\%$ восстановительные процессы интенсивно развиваются. Поэтому улучшение структуры, пористости почвы, поддержание ее плотности в пределах оптимальных величин (1,1-1,3 г/см³) имеют важное значение в создании нормального ОВ-состояния почвы.

С влажностью связана аэрация почвы, и в этом ее главное влияние на развитие ОВ-процессов.

Ухудшение аэрации в результате повышения влажности почвы приводит к снижению ОВ-потенциала. Наиболее резко он падает при влажности, близкой к полной влагоемкости ($> 90\%$ ПВ), когда сильно нарушается нормальный газообмен почвенного воздуха с атмосферным. При повышении влажности с 10 до 90 % ПВ снижение потенциала в большинстве почв происходит медленно.

Влияние влажности на развитие ОВ-процессов проявляется и в том, что с содержанием влаги в почве тесно связана активность микроорганизмов, корней растений, почвенной фауны, а следовательно, и расход кислорода. Поэтому повышение влажности почвы даже в пределах ее оптимальных значений (ВРК-НВ) может вызвать некоторое изменение ОВ-потенциала. Кроме того, вода в почве переводит в растворимое состояние элементы переменной валентности (соединения Fe, Mn и др.), активность которых при этом к проявлению окислительно-восстановительных реакций заметно возрастает.

Особая роль органического вещества в жизнедеятельности микроорганизмов определяет и его большое значение в проявлении ОВ-процессов в почве. Наиболее быстро изменение ОВ-состояние почвы при избыточном ее увлажнении происходит в гумусовых горизонтах. Свежее органическое вещество, богатое белками и растворимыми углеводами, являясь благоприятным материалом для жизнедеятельности микроорганизмов, способствует интенсивному развитию восстановительных процессов в избыточно увлажненной почве.

Органическое вещество почвы содержит соединения, обладающие восстановительной способностью. Поэтому возможно и прямое влияние органического вещества на изменение ОВ-состояния почвы.

С температурой связаны интенсивность жизнедеятельности почвенных организмов, а следовательно, и расход (поглощение) кислорода почвенного воздуха, его мобилизация анаэробами из окисленных форм минеральных соединений почвы, активность различных химических реакций, влияющих на ОВ-процессы. В этом проявляется роль температуры. Поэтому, если избыточное увлажнение почвы наблюдается при температурах >10 °С, то можно ожидать быстрого возникновения восстановительных процессов и ухудшения условий роста растений. Переувлажнение в течение 5-7 дней при низких температурах почвы (1-5 °С) не вызывает резкого изменения ее ОВ-состояния.

На развитие ОВ-процессов большое влияние оказывают также содержание и формы соединений элементов переменной валентности. В частности, повышенное содержание подвижных форм железа и марганца способствует более быстрому снижению потенциалов при переувлажнении почв.

Окислительно-восстановительные режимы почв. Поскольку развитие ОВ-процессов в почвах тесно связано с особенностями их состава, свойств и динамикой водно-воздушного, температурного и микробиологического режимов, это обуславливает большую неоднородность ОВ-состояния почв. Она проявляется в следующем: разным почвам свойственно различное ОВ-состояние; для большинства типов почв характерна неоднородность ОВ-состояния их профиля.

В любой зоне наиболее заметно по ОВ-состоянию различаются автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные почвы. Неоднородность ОВ-состояния почвенного профиля проявляется в изменчивости ОВ-состояния по генетическим горизонтам профиля почв в связи с различиями в их составе, свойствах и режимах; в изменении ОВ-состояния в пределах одного горизонта, обусловленном различиями состава, увлажнения, аэрации, микробиологической активности в отдельных его участках (микрizonaх); в изменчивости ОВ-состояния профиля и его горизонтов во времени в связи с сезонной динамикой гидротермического, воздушного и микробиологического режимов, определяющих ОВ-режим почвы.

Под окислительно-восстановительным режимом следует понимать соотношение ОВ-процессов в почвенном профиле в годовом цикле почвообразования.

Различают следующие типы ОВ-режима почв.

1. Почвы с абсолютным господством окислительных процессов. Этот тип ОВ-режима характерен для автоморфных почв степей, полупустыни и пустыни (черноземов, каштановых, бурых полупустынных, серо-бурых и песчаных пустынных почв, сероземов и др.).

2. Почвы с господством окислительных процессов при возможном проявлении восстановительных условий в отдельные влажные годы или сезоны (автоморфные почвы таежно-лесной зоны, лесостепи, буроземно-лесной, влажных субтропиков).

3. Почвы с контрастным ОВ-режимом (полугидроморфные почвы различных зон). Наиболее контрастен ОВ-режим с временным избыточным увлажнением верхних или нижних горизонтов профиля. Такие почвы широко распространены среди подзолистых, дерново-подзолистых, бурых лесных, солодей и других типов.

4. Почвы с устойчивым развитием восстановительных процессов (болотные, гидроморфные солончаки).

Наиболее изменчивы показатели ОВ-потенциала в верхних горизонтах, обогащенных органическим веществом, с наибольшими колебаниями влажности и с более интенсивным развитием микробиологических процессов. Нижние горизонты почвенного профиля, бедные органическим веществом, со слабой микробиологической активностью обычно характеризуются и более высокими и устойчивыми потенциалами. Исключение составляют грунтовооглеенные почвы.

Значение окислительно-восстановительных процессов. Значение ОВ-процессов в почвообразовании и плодородии исключительно велико и проявляется в их влиянии на процессы превращения органических и минеральных веществ, их миграцию и аккумуляцию.

Конкретное проявление такого влияния выражается в темпах и качественной направленности превращения растительных остатков (соотношении процессов их минерализации, гумификации и консервации). Так, избыточное увлажнение и развитие восстановительных процессов замедляют минерализацию и гумификацию, способствуют образованию наиболее подвижных и активных форм органического вещества (фульвокислот, различных соединений неспецифической природы) и формированию оторфованных горизонтов. Кроме того, влияние ОВ-процессов выражается в превращении минеральных веществ и прежде всего соединений элементов переменной валентности (азота, фосфора, серы, железа, марганца и др.).

Оглеение — яркая форма превращения окисных соединений железа в закисные формы при развитии восстановительных процессов. Падение ОВ-потенциалов ниже 350 мВ вызывает заметное развитие денитрификации и сопровождается потерями азота из почвы в газообразной форме (NO , N_2O , N_2). При развитии контрастного ОВ-режима в пахотных горизонтах почвы происходит накопление несиликатных подвижных соединений гидроксидов железа, которые связывают фосфор почвы и удобрений в трудноусвояемые растениями формы. Процессы окисления органических соединений до образования простых солей (минерализация) способствуют мобилизации элементов питания растений.

Восстановление серы, марганца приводит к образованию H_2S , Mn^{2+} , повышенное содержание которых угнетает развитие растений и может вызвать их гибель.

Влияние ОВ-процессов заключается также в усилении или ослаблении миграции отдельных элементов. Так, восстановительные процессы повышают миграционную способность марганца, железа и многих других элементов, в том числе тяжелых металлов.

Возникновение на пути миграции элементов в восстановленной форме окислительной среды (окислительные барьеры) приводит к их осаждению (аккумуляции).

Таким образом, с развитием окислительно-восстановительных процессов тесно связаны формирование почвенного профиля (гумусовых, торфяных, оглеенных, ожелезненных и других горизонтов), а также питательного режима, образование токсичных соединений и возникновение других важных для плодородия свойств почвы.

Приведенные примеры свидетельствуют о необходимости регулирования ОВ-состояния почв, поддержания его в режиме оптимального развития окислительных процессов и недопущения возникновения продолжительного и глубокого анаэробнозиса (преобладание восстановительного состояния).

Регулирование окислительно-восстановительного состояния почв. Все сельскохозяйственные растения (за исключением орошаемого риса) отрицательно реагируют

на возникновение в почве устойчивых восстановительных процессов. Даже кратковременное их проявление (1-2 нед.) отрицательно сказывается на состоянии растений и некоторых свойствах почвы (ухудшение питательного, воздушного и микробиологического режимов, появление токсичных соединений и др.). Чем активнее и продолжительнее развиваются восстановительные процессы, тем медленнее почва возвращается в свое исходное ОВ-состояние до их возникновения, тем сильнее ухудшается последующее состояние растений.

Постоянно избыточно высокие ОВ-потенциалы способствуют повышению минерализации органического вещества, в том числе гумуса, снижают подвижность некоторых элементов. Поэтому необходимо поддерживать оптимальный уровень ОВ-потенциала. Его ориентировочные параметры могут быть определены, исходя из тех значений, которые типичны для конкретных почв в условиях их нормального водно-воздушного режима.

Так, для дерново-подзолистых почв ОВ-потенциал составляет 550-750 мВ, черноземов и каштановых — 400-600, для сероземов — 350-450 мВ. Приемы регулирования окислительно-восстановительного состояния почвы основываются на учете роли рассмотренных факторов (аэрация, органическое вещество, влажность и др.) в их проявлении.

Регулирование ОВ-состояния почвы включает агротехнические и агромелиоративные приемы, направленные на создание оптимальных условий аэрации, водного и микробиологического режимов. К ним относятся:

1. Агротехнические приемы по борьбе с поверхностным избыточным увлажнением – создание мощного пахотного слоя, улучшение его структуры, поддержание благоприятной плотности и пористости, планировка поверхности почвы, рыхление подпахотного горизонта, отвод поверхностных вод путем устройства водоотводных борозд, кротование и др.

2. Осушительные мелиорации, направленные на радикальное улучшение водно-воздушного режима. При этом особое значение приобретает установление оптимальной нормы осушения, т. е. понижение уровня грунтовых вод до глубины, обеспечивающей достаточную аэрацию корнеобитаемого слоя и в то же время сохраняющей возможность поддерживать его влажность на уровне, близком к НВ, не только за счет атмосферного увлажнения, но и за счет капиллярной каймы грунтовых вод. Норма осушения колеблется в зависимости от свойств почв и возделываемых культур.

На переувлажненных тяжелых минеральных почвах эффективное регулирование водно-воздушного и окислительно-восстановительного режимов достигается путем сочетания закрытого дренажа с возделыванием культур на гребнях или в сочетании с узкозагонной вспашкой.

3. Оросительные мелиорации помимо создания оптимального водного режима способствуют ослаблению в почве избыточно интенсивных окислительных процессов, а это сопровождается некоторым (в допустимых пределах) понижением величин E_h .

4. Все приемы регулирования органического вещества касаются и ОВ-состояния почвы, поскольку органическое вещество оказывает значительное влияние на развитие ОВ-процессов. При возделывании культуры затопляемого риса для нормализации восстановительных процессов широко используют мобильные формы органического вещества (навоз, рыбные удобрения, заправка сидератов).

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте понятие окислительных и восстановительных процессов.
2. Почему почва представляет собой сложную окислительно-восстановительную систему?
3. Как влияют окислительно-восстановительные процессы на питательный режим почвы и другие показатели, характеризующие условия развития растений?

4. Дайте понятие окислительно-восстановительного режима почв. Назовите типы и подтипы окислительно-восстановительных режимов для дерново-подзолистых, болотно-подзолистых, болотных и черноземных почв.

5. Укажите основные приемы регулирования окислительно-восстановительного состояния почв.

Лекция №12

Тема: ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

План лекции:

1. Виды плодородия
2. Воспроизводство почвенного плодородия

Следует различать факторы и условия плодородия. К факторам относятся элементы зольного питания растений и азот, вода, воздух и частично тепло, необходимые для жизни растений, к условиям — совокупность свойств, сложное взаимодействие которых определяет возможность обеспечения растений земными факторами (физические и физико-химические свойства, наличие токсичных веществ и др.).

Оценка состава, свойств и режимов почвы с точки зрения развития почвенного плодородия, его уровня с учетом требований сельскохозяйственных растений и технологий их возделывания составляет понятие агрономическая характеристика почв.

Она строится на оценке следующих показателей:

- 1) строения почвенного профиля (чередование и мощность генетических горизонтов, в особенности мощность гумусового слоя, структурное состояние, плотность и пористость, мощность мелкоземистой толщи);
- 2) гранулометрического и минералогического составов;
- 3) химического состава (содержание валовых запасов и доступных форм элементов питания, наличие токсичных соединений — токсичных водорастворимых солей, подвижных форм Al, Mn, Fe²⁺, сероводорода, компонентов техногенного загрязнения и пестицидов, содержание карбонатов и несиликатных полутораоксидов);
- 4) физико-химических свойств;
- 5) окультуренности почв;
- 6) степени эродированности и
- 7) заболоченности.

Экономическая количественная оценка плодородия основывается на относительной его оценке в баллах по количественным показателям свойств почв, коррелирующих с урожайностью сельскохозяйственных культур, или продуктивностью сельскохозяйственных ценозов, а также климатических условий. Такая оценка получила название бонитировки почв.

Количественная оценка плодородия может быть дана и на основе показателей среднегодовой биологической продуктивности растений на данной почве, характеризующей способность почвы обеспечивать продуктивность фотосинтеза.

Возможность количественной оценки плодородия почвы на основе количественных показателей ее свойств и режимов чрезвычайно важна, так как позволяет решать вопросы повышения плодородия при земледельческом использовании почв на научной нормативной основе.

Требования сельскохозяйственных культур к почвенным условиям (плодородию). Различные сельскохозяйственные растения предъявляют неодинаковые требования к почвенному плодородию — уровню питания, наличию влаги, почвенной реакции и т. д. В связи с этим различные культуры в разной мере снижают свою продуктивность в

зависимости от отклонения того или иного показателя почв от его оптимального уровня. Поэтому при земледельческом использовании почв для обеспечения наивысшей продуктивности растений и наиболее рационального использования почв необходимо знать требования конкретных культур (или их групп) к почвенным условиям.

Виды плодородия. Различают следующие виды плодородия: естественное, или природное, искусственное, эффективное и экономическое. Выделяют также понятие потенциального плодородия.

Естественное плодородие определяется сложным взаимодействием свойств и режимов почв, обусловленных развитием природного почвообразовательного процесса, не нарушенного воздействием человека. В чистом виде оно присуще целинным почвам и характеризуется продуктивностью произрастающих на почве ценозов.

Земледельческое освоение почв вносит существенные изменения в естественное развитие почвенных процессов и режимов, в свойства почв. Эти изменения обусловлены обработкой, внесением удобрений, различными мелиорациями и т. д. Качественные и количественные изменения в свойствах и режимах почв, вызванные воздействием человека, характеризуют их искусственное плодородие. В чистом виде оно возникает при создании субстратов для выращивания растений в теплицах, парниках и т. д. При сельскохозяйственном использовании почв искусственное плодородие в совокупности с естественным проявляется как эффективное плодородие. Оно реализуется в урожае сельскохозяйственных культур. Эффективное плодородие зависит не только от уровня природного плодородия, но в большой степени от условий использования почв в производстве, развития науки и техники и реализации их достижений. Эффективное плодородие всегда связано с определенными затратами труда и средств для получения продукции возделываемых растений, с хозяйственной деятельностью человека. Оно может быть оценено в экономических показателях. Такому плодородию дали название экономическое.

Почва обладает определенными запасами элементов питания (запасной фонд), которые реализуются при создании урожая растений при частичном его расходе (обменный фонд). Из этого представления вытекает понятие о потенциальном плодородии.

Потенциальное плодородие характеризуется общими запасами элементов питания растений, формами их соединений и сложным взаимодействием всех других свойств, определяющих способность почвы в благоприятных условиях обеспечивать растения также другими земными факторами (водой, воздухом, теплом), длительное время мобилизовывать в необходимых для растений количествах элементы питания и поддерживать высокий уровень эффективного плодородия. Высоким потенциальным плодородием обладают, например, черноземные почвы, низким — подзолистые почвы.

Примером почв с высоким уровнем потенциального плодородия могут служить также болотные низинные торфяные почвы, которые характеризуются значительными запасами элементов питания и способны после осушительных мелиораций обеспечивать высокое эффективное плодородие за счет частичного расхода запасного фонда. Поскольку проявление плодородия дифференцируется в зависимости от требований различных сельскохозяйственных (и естественных) растений, то плодородие почвы по отношению к какой-либо определенной группе или виду растений называют относительным плодородием.

Воспроизводство почвенного плодородия. Плодородие почвы — следствие почвообразовательного процесса, в то же время оно выступает как необходимое условие его развития, поскольку от него зависит проявление главного фактора почвообразования — развитие почвенной биоты, и прежде всего высшей растительности и микроорганизмов. Так же как и почвообразование, плодородие тесно связано с процессами превращения, аккумуляции и передачи веществ и энергии, что является причиной количественных и качественных изменений факторов и условий плодородия.

Формирование плодородия почвы ниже первоначального уровня означает неполное воспроизводство почвенного плодородия, возвращение почвенного плодородия к исходному

уровню — простое воспроизводство плодородия. Создание почвенного плодородия выше исходного уровня представляет собой расширенное воспроизводство плодородия.

Воспроизводство почвенного плодородия есть объективный закон почвообразования, присущий всем формам его проявления. При развитии природного процесса почвообразования воспроизводство плодородия по неполному, простому или расширенному типу определяется развитием конкретных почвообразовательных процессов или их сочетанием.

В условиях сельскохозяйственного использования почв воспроизводство их плодородия протекает под влиянием естественных факторов и различных приемов воздействия человека на почву.

Под совместным воздействием естественных и антропогенных факторов развивается культурный (антропогенный) почвообразовательный процесс. Специфичность антропогенного процесса почвообразования заключается в том, что он развивается под воздействием человека.

Воспроизводство плодородия почвы в интенсивном земледелии осуществляют двумя путями: вещественным и технологическим.

Первый включает применение удобрений, мелиорантов, пестицидов, благоприятное в агрономическом отношении чередование культур (севооборот); второй связан с улучшением свойств почвы путем механической обработки, приемов осушительной мелиорации и др. Основные конкретные пути воспроизводства почвенного плодородия характеризует содержание зональных систем земледелия и антропогенные условия развития культурного почвообразовательного процесса.

Модели почвенного плодородия. Направленное развитие культурного почвообразовательного процесса позволяет обеспечить определенные уровни (модели) почвенного плодородия, под которыми следует понимать совокупность агрономически значимых свойств почв и их режимов, отвечающих определенному уровню продуктивности растений.

Для условий интенсивного земледелия необходимо создание моделей почвенного плодородия, характеризующихся оптимальными параметрами свойств почв.

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.

Модели почвенного плодородия разрабатывают совместно почвоведы, мелиораторы, растениеводы и другие специалисты агрономической науки. Их создают на основе изучения основных параметров почв в системе полевых опытов с ведущими культурами, изучения и обобщения данных по характеристике почв и урожайности растений передовых хозяйств и сортоучастков, конструирования моделей почв с заданными параметрами в специальных мелкоделяночных и вегетационных опытах.

Основные приемы повышения эффективного плодородия почвы и максимального использования ее естественного плодородия связаны с рациональным применением органических и минеральных удобрений, известкованием и гипсованием почв, системой их обработки, орошением и осушением, травосеянием, созданием полезных лесных полос, введением севооборотов, с мероприятиями по борьбе с эрозией и возделыванием наиболее урожайных сортов растений.

Конкретные приемы в системе этих мероприятий определяются особенностями почв хозяйства, местного климата и требованиями возделываемых культур.

1. Дайте понятие плодородия и его видов.
2. Назовите группы свойств почв, определяющие плодородие.
3. Покажите на примерах проявление плодородия как результата сложного взаимовлияния состава, свойств и режимов почв.
4. Охарактеризуйте требования к почвенному плодородию (почвенным условиям) наиболее распространенных сельскохозяйственных культур.
5. Каковы особенности воспроизводства плодородия в интенсивном земледелии?

Лекция № 13

Тема: ЭРОЗИЯ ПОЧВ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

План лекции:

1. Виды эрозии
2. Вред, причиняемый эрозией, и ее распространение
3. Условия, определяющие развитие эрозии
4. Дефляция
5. Классификация и диагностика эродированных почв
6. Мероприятия по защите почв от эрозии

Под эрозией (от латинского слова «erosio» — «разъедание») понимают многообразные процессы разрушения и сноса почв и рыхлых пород потоками воды и ветром. Разрушение почв и пород дождевыми, талыми и поливными водами называют водной эрозией, а ветром — ветровой эрозией или дефляцией.

Различают нормальную (естественную) и ускоренную водные эрозии. Нормальная эрозия — это медленный смыв механических частичек с поверхности почвы); покрытой естественной растительностью в минимальных размерах, который восстанавливается в результате природного почвообразовательного процесса ускоренная эрозия — значительный смыв верхних, наиболее плодородных почвенных слоев и глубокий размыв почв, материнских и коренных пород с образованием промоин и оврагов).

По интенсивности развития ускоренной эрозии ее подразделяют на плоскостную, или поверхностную, линейную, или овражную. При плоскостной водной эрозии под влиянием стекающих по склону талых и дождевых вод на поверхности пашни образуются мелкие струйчатые размывы, которые легко разравниваются обработкой. При этом мощность пахотного слоя уменьшается, и для ее восстановления последующими обработками припахивают нижележащие, менее плодородные слои почв. Линейная водная эрозия развивается под влиянием мощных концентрированных стоков воды. Склоны (стенки) оврага со временем осыпаются, становятся более пологими, зарастают травой, древесной и кустарниковой растительностью; овраги перестают расти и превращаются в балки. Глубина оврагов и балок регулируется базисом эрозии. Базисом эрозии, по С. С. Соболеву, называется горизонтальная поверхность, на уровне которой стекающие водные потоки, ручейки, реки теряют свою размывающую силу и ниже которой потоки не могут уже размывать породы. Для рек, впадающих в море, главным базисом эрозии служит отметка поверхности воды в море, а для оврагов и балок, впадающих в реки, местным базисом эрозии является отметка поверхности воды в реке. Дно балки может снова подвергнуться размыву при понижении базиса эрозии.

Ветровая эрозия (дефляция) имеет различные названия: пыльные, земляные, черные, песчаные бури; выдувание и т. д. Как и в случае водной эрозии, различают нормальную и

ускоренную ветровую эрозию. В отличие от водной эрозии, совершающейся в строго определенном направлении с учетом рельефа, ветровая эрозия охватывает сразу большие пространства, проявляется во всех сезонах года, в различных направлениях. Перенос продуктов разрушения происходит не только сверху вниз, но и снизу вверх. А поднявшиеся ветром вверх тончайшие почвенные частицы в виде «воздушной суспензии» долго удерживаются в воздухе и могут переноситься на огромные расстояния от очагов разрушения почвы (на 300-1500 км и более).

Вред, причиняемый эрозией, и ее распространение. Вред сельскому хозяйству от эрозии огромен. Ежегодные потери почвенной массы в результате смыва с полей талыми и дождевыми водами составляли 535 млн т. В смывтой массе почв содержалось питательных для растений веществ: азота (N) — 1229 тыс. т, фосфора (P_2O_5) — 593 тыс., калия (K_2O) - 12 млн т, что в пересчете на минеральные удобрения составляет такое их количество, какое не производила вся туковая промышленность страны в 1960 г. Развитие плоскостной водной эрозии приводит к быстрой потере почвенного плодородия. За 15—20 лет степень смывости почв может возрасти на одну градацию. Урожайность сельскохозяйственных культур на слабосмытых почвах снижается на 10—30 %, на среднесмытых — на 30—50, на слабосмытых — на 50—70 %.

Условия, определяющие развитие эрозии. Выделяют две группы факторов, влияющих на возникновение и интенсивность развития эрозионных процессов: естественно- исторические (климат, рельеф, геологические условия, растительный покров, свойства почв) и социально-экономические (хозяйственная деятельность человека).

К л и м а т. Наибольшее влияние на развитие водной эрозии оказывают количество и режим выпадающих осадков. Эрозия активнее проявляется при ливневых и затяжных дождях, интенсивном таянии снега, особенно в сочетании с медленным оттаиванием почвы.

Рельеф. Интенсивность водной эрозии зависит от крутизны, длины, формы и экспозиции склонов. Обычно на склонах южной и западной экспозиций несмытые почвы встречаются там, где крутизна не превышает Γ , слабосмытые — на склонах крутизной 1 — 3° , среднесмытые — $3—5^\circ$, сильносмытые — более 5° . Исследованиями Почвенного института им. В. В. Докучаева установлено, что при уменьшении крутизны склона вдвое смыв почвы уменьшается почти в 3 раза.

Геологические условия, влияющие на развитие эрозии, в основном определяются степенью сопротивляемости почв и пород размывающему действию воды и развеиванию ветром. Лёссовидные, делювиально-аллювиальные суглинки и лёссы довольно легко размываются с образованием в промоинах и оврагах крутых стенок, но в основном при наличии достаточно глубоких местных базисов эрозии; при неглубоких базисах эрозии овраги, как правило, не образуются.

Растительный покров. Он выполняет исключительно важную почвозащитную роль, скрепляя поверхностный слой почвы корневыми системами; надземная масса растений замедляет скорость поверхностного стока воды, способствует лучшему ее впитыванию. Там, где имеется растительный покров, больше накапливается снега; в результате почва меньше промерзает, весной быстрее оттаивает, становится водопроницаемой и меньше подвергается водной эрозии.

На задернованных или покрытых древесно-кустарниковой растительностью участках ветровая эрозия практически не проявляется.

К свойствам почв, снижающим развитие водной эрозии, относятся: оструктуренность и водопрочность структуры, повышенная мощность гумусового слоя, высокая катионная емкость поглощения и степень насыщенности почв катионами оснований, в первую очередь кальцием; достаточная водопроницаемость, невысокие плотность и пористость, постоянное наличие в верхнем слое влаги, превышающей максимально-молекулярную влагоемкость, и т. д. Наиболее устойчивы к водной эрозии черноземы, а наименее - дерново-подзолистые почвы и сероземы.

Хозяйственная деятельность человека. В настоящее время масштабы хозяйственной деятельности человека необычайно велики, поэтому развитие эрозионных процессов часто определяется не столько природными факторами, сколько факторами социально-экономическими.

Эрозия почв развивается активно, когда не проводят противо-эрозионные мероприятия, даже не требующие больших материальных затрат, или в случаях неправильного использования человеком земельных угодий. К ним относятся: вспашка и посев сельскохозяйственных культур вдоль склонов; возделывание пропашных культур на эрозионно-опасных территориях; распашка приовражных и прибалочных площадей, днищ и склонов балок; рубка леса, играющего почвозащитную роль; неумеренная пастьба скота, выбивающего тропы, по которым растут промоины, дающие начало оврагам; разбивка полей севооборотов без учета рельефа местности вдоль склонов, приводящая к образованию промоин по межевым бороздам.

Классификация и диагностика эродированных почв. Диагностику эродированных почв в полевых условиях проводят по изменению морфологических признаков пахотного слоя и почвенного профиля, которые объективно отражают свойства эродированных почв и, следовательно, уровень их плодородия. Согласно классификации, разработанной Почвенным институтом им. В. В. Докучаева, почвы, подверженные плоскостной водной эрозии, подразделяют на слабо-, средне- и сильносмывые.

Черноземные почвы.

А. Черноземы мощные и среднемощные всех подтипов с установившейся глубиной вспашки не менее 22 см при первоначальной мощности гумусовых горизонтов (А + В) > 50 см.

Слабосмывые — горизонт А смыт на 30 %; пахотный слой не отличается по цвету от несмытых почв; на поверхности почвы мелкие промоины.

Среднесмывые — горизонт А смыт более чем наполовину; пахотный слой имеет буроватый оттенок.

Сильносмывые — смыт полностью горизонт А и частично В; пахотный слой имеет буроватый или бурый цвет, характеризуется глыбистостью и склонностью образовывать корку.

Б. Типичные, обыкновенные и южные черноземы с установившейся глубиной вспашки не менее 20 см при мощности гумусовых горизонтов до 50 см.

Слабосмывые — смыто до 30 % первоначальной мощности гумусовых горизонтов; в пахотный слой вовлекается небольшая верхняя часть горизонта В.

Среднесмывые — гумусовые горизонты смыты на 30—50%; при вспашке значительная часть или весь горизонт В₁ вовлекается в пахотный слой, последний подстиляется переходным горизонтом В₂.

Сильносмывые — смыта большая часть гумусовых горизонтов, распаиваются горизонт В₁ и часть горизонта В₂; окраска пашни близка к цвету материнской породы.

Каштановые почвы.

Слабосмывые — смыто до 30 % первоначальной мощности гумусовых горизонтов А + В_j; в пашню вовлекается верхняя часть горизонта В_j.

Среднесмывые — смыто 30—50 % мощности горизонтов А + В_i; при вспашке значительная часть или весь горизонт В_i вовлекается в пахотный слой.

Сильносмывые — смыта большая часть гумусового слоя; распаивается горизонт В₂; цвет пашни приближается к цвету материнской породы.

Сероземы. По степени эродированности пахотных почв с установившейся глубиной их вспашки не менее 25 см и мощностью гумусовых горизонтов до 40 см.

Слабосмывые — смыто не более половины горизонта А.

Среднесмывые — смыт более чем наполовину или полностью гумусовый слой; распаивается горизонт В₂.

Сильносмытые — смываются частично или полностью горизонт B_k ; распадается нижняя часть B_k или верхняя часть горизонта С.

При составлении почвенных карт на основании диагностики эродированных почв выделяют контуры разной степени смытости или проводят специальное картографирование эродированности земель. Эти материалы — основа для разработки комплекса мероприятий по борьбе с водной эрозией.

Мероприятия по защите почв от эрозии. Защита почв от эрозии включает систему следующих мероприятий: организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические. В их составе имеются профилактические мероприятия, а также непосредственно направленные на устранение эрозии там, где она получила развитие.

Организационно-хозяйственные мероприятия. Предусматривают составление плана (проекта) противоэрозионных мероприятий и разработку мер, обеспечивающих его выполнение. План составляют с учетом категорий земель в зависимости от рельефа, эродированности почв и необходимости в защите от эрозии.

А. Земли, интенсивно используемые в земледелии:

1-я категория — не подверженные эрозии; благоприятны для выращивания пропашных и овощных культур;

2-я категория — подвержены слабой эрозии;

3-я категория — подвержены средней эрозии.

Почвы этих категорий используют в полевых севооборотах с применением почвозащитной обработки почв.

4-я категория — подвержены сильной эрозии; используют в системе почвозащитных севооборотов (без возделывания пропашных культур).

Б. Земли, пригодные для ограниченной обработки:

5-я категория — подвержены очень сильной эрозии (сюда относится также пашня, заброшенная в результате эрозии); земли отводят под сенокосы, пастбища или специальные почвозащитные севообороты с преобладанием полей многолетних трав.

В. Земли, непригодные для обработки:

6-я и 7-я категории — склоны и дно задернованных балок, слабо расчлененных промоинами, непригодные для включения в почвозащитный севооборот, ограниченно пригодные под пастбища;

8-я категория — непригодные для земледелия, сенокосения и выпаса, но пригодные для лесоразведения. Это овраги всех типов, оползневые, сильноэродированные, щебеночные участки балок;

9-я категория — непригодные для земледелия, сенокосения, выпаса и лесоразведения («бросовые» земли с выходами коренных пород, галечники, скалы, каменные осыпи и т. д.). Используют для куртинного облесения на участках, где могут расти деревья и кустарники.

В условиях Нечерноземной зоны можно дополнительно выделить 10-ю категорию земель — лесные насаждения и естественные леса в оврагах, балках, речных долинах и на крутых склонах. На этих землях применяют лесохозяйственные меры для повышения продуктивности и противоэрозионной роли леса.

В группу организационно-хозяйственных мероприятий входят: внутрихозяйственное землеустройство с учетом предполагаемых мер по борьбе с эрозией почв; разработка структуры посевных площадей и схем почвозащитных севооборотов; правильное размещение границ полей для удобства проведения противоэрозионных агротехнических мероприятий; правильная организация развития населенных пунктов, дорожной сети, скотопрогонов и т. д.

Агротехнические мероприятия. Включают использование многолетних трав, занятых паров, комплекс приемов по защитной обработке почв (минимализация обработки, глубокое рыхление без оборота пласта, обработка поперек склонов, контурная обработка); полосное размещение сельскохозяйственных культур на эрозионно опасных землях; регулирование

стока дождевых и талых вод (щелевание и кротование, прерывистое бороздование, лункование, полосное зачернение снега); накопление и сохранение влаги в почвах (ранневесеннее боронование, мульчирующая стерневая обработка, оструктуривание почв); способы посева и посадки сельскохозяйственных культур (расположение рядков поперек склона, перекрестный сев зерновых культур); применение органических и минеральных удобрений (при этом создается мощный растительный покров, защищающий почву от эрозии).

Лесомелиоративные мероприятия. Они включают посадку леса, создание защитных лесных полос различного назначения:

- ветрозащитных, создаваемых по границам полей севооборотов;
- полезащитных, закладываемых поперек склонов для задержания поверхностного стока делювиальных вод;
- приовражных и прибалочных;
- лесных насаждений по откосам и днищам балок и оврагов;
- водозащитных лесных насаждений вокруг водоемов, озер, каналов;
- лесных насаждений общего природоохранного назначения на землях, непригодных для земледелия.

Гидротехнические мероприятия. Применяют для быстрого прекращения эрозии, когда другими приемами этого достичь не удастся: устройство быстротоков в вершинах оврагов, закрепление дна оврагов, террасирование склонов, поделка валов, канав и т. д.

В перечисленных четырех группах мероприятий по борьбе с эрозией приведены только основные приемы. С учетом зональных особенностей земледелия и природных условий проявления эрозии они должны быть уточнены и дополнены.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие виды эрозии вы знаете? Охарактеризуйте их.
2. Расскажите о вреде, причиняемом эрозией, и ее распространении.
3. Раскройте роль отдельных факторов в проявлении эрозии.
4. Укажите принципы диагностики и классификации эродированных почв.
5. Дайте характеристику основным мероприятиям по защите почв от эрозии.

Лекция №14

Тема: ГЕНЕЗИС, КЛАССИФИКАЦИЯ И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

План лекции:

1. Краткий исторический обзор
2. Принципы построения современной классификации почв
3. Номенклатура и диагностика почв
4. Почвенно-географическое районирование
5. Природно-сельскохозяйственное районирование

Генезис почвы (происхождение и развитие) как самостоятельный раздел почвоведения включает изучение факторов почвообразования; сущности и механизмов почвообразовательных процессов, определяющих энерго- и массообмен и формирование профиля почв, их свойства и плодородие; изучение генетических свойств почв.

Будут рассмотрены общая схема почвообразования, характеристика факторов почвообразования и их роль в генезисе почв.

При описании почвенного покрова отдельных зон дана конкретная характеристика факторов почвообразования, механизмов почвообразовательных процессов, рассмотрены классификация, состав и свойства основных типов почв.

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, а также установление признаков, по которым почвы каждого классификационного подразделения могут быть найдены в природе (диагностика почв) и выделены на почвенных картах.

Как само содержание понятия «почва», так и принципы и методы классификации почв эволюционировали и расширялись в соответствии с развитием почвоведения. Первые почвенные классификации строили, исходя из литологических особенностей верхних горизонтов почв, они получили название агрогеологических. Учитывали только свойства твердой фазы почв.

В.В. Докучаев и Н.М. Сибирцев утвердили взгляд на почву как на особое природное органо-минеральное тело, развивающееся в тесном взаимодействии с окружающей средой. Они создали учение о генетических типах почв. Их классификационный подход получил название генетического.

В дальнейшем в нашей стране генетическая классификация почв развивалась и совершенствовалась многими выдающимися почвоведом. При этом в различных классификационных схемах подчеркивались то одни, то другие стороны явлений, что обусловило несколько подходов к классификации почв. В связи с этим можно дать следующую группировку классификаций почв:

Эколого- (или географо-) генетические, факторно-генетические, морфогенетические, эволюционно-генетические и историко-генетические почвенные классификации.

Эколого-генетические классификации почв, в основу которых положено докучаевское учение о генетических типах почв, разрабатывались В.В. Докучаевым (1879, 1886, 1896, 1900), Н. М. Сибирцевым (1895, 1900), Я. Н. Афанасьевым (1922, 1927, 1931). В этих классификационных схемах связь между генетическими типами почв устанавливалась не только по их свойствам, но и по особенности залегания и географического распространения.

Первая эколого-генетическая классификация почв была предложена В.В. Докучаевым в 1879 г. В 1886 г. Она была дополнена и опубликована с расширенными обоснованиями. В ней, как говорит В. В. Докучаев, «по способу залегания» почвы делятся на нормальные, переходные и аномальные. Нормальные почвы «по способу происхождения» подразделяются на классы: сухопутно-растительные, сухопутно-болотные и болотные типичные. Сухопутно-растительные почвы по взаимодействию почвообразователей дают основной зональный ряд почв. В пределах классов впервые выделены генетические типы почв.

Эта классификация была дополнена в 1895 г, Н.М. Сибирцевым. В его классификации выделено 3 крупных отдела почв: А - почвы полные (или зональные), В - интразональные (или полузональные) и С - неполные (переходные к горным породам).

Эколого-генетические классификации отражают реальные природные закономерности: свойства почв, режимы почвообразования и связь их с окружающей природной средой. Поэтому они дают ответы на многие вопросы сельскохозяйственной практики и их широко используют при качественном учете земельных ресурсов. К этой группе относятся ранние классификации К.Д.Глинки, Г.Н. Высоцкого и С.А.Захарова.

К.Д.Глинка разделял все почвы на развивающиеся под влиянием внешних факторов почвообразования (экзодинамоморфные), с 6 классами по увлажнению; и развивающиеся под действием состава почвообразующих пород (эндодинамоморфные).

Г. Н. Высоцкий (1906) делил почвы на классы зональных, интразональных и неразвитых почв с дальнейшим подразделением по климатическим условиям, рельефу и

почвообразующим породам.

Морфогенетические классификации основаны на важнейших свойствах почв, но включают также анализ условий почвообразования.

П.С. Коссович (1903, 1910) дал наиболее развернутую для своего времени генетическую классификацию почв. Все почвы он разделял на 2 класса:

Генетически самостоятельные (элювиальные), в котором типы почв группируют по типам почвообразования: пустынный; пустынно-степной; степной, или черноземный; подзолистый; тундровый; латеритный.

Генетически подчиненные (иллювиальные), где выделяют группы почв: грунтового увлажнения сухих степей; грунтового увлажнения черноземной зоны; болотных почв подзолистой зоны; болотных почв влажных тропических и субтропических областей.

В основу классификации положены процессы превращения минеральной массы, разложения и накопления органического вещества.

К.Д. Глинка (1924) в основу классификации также положил главные типы почвообразования. Он выделяет 5 типов почвообразования (латеритный, подзолистый, степной, солонцовый, болотный), близких к типам Коссовича.

Классификации К.К. Гедройца (1927) базируются на характере физико-химических явлений, обусловленных составом поглощенных катионов. Выделено 4 процесса почвообразования: черноземный (поглощающий комплекс насыщен Ca^{2+} и Mg^{2+}), солонцовый (в поглощающий комплекс, кроме Ca^{2+} и Mg^{2+} , входит Na^{+}), подзолистый и латеритный (содержат в поглощающем комплексе, помимо Ca^{2+} и Mg^{2+} , водородный ион H^{+}). Латеритный соответствует ферраллитному процессу в современном понимании.

Эволюционно-генетические классификации рассматривают развитие почвообразовательного процесса во времени от начальной стадии щелочного почвообразования к кислому почвообразованию (Коссович, 1903, 1906; Польшов, 1933) или от гидроморфной фазы почвообразования к автоморфной (Польшов, 1933; Ковда, 1933).

Историко-генетические классификации. Идея построения такого рода классификаций почв была высказана в работах В. Р. Вильямса (1914, 1936). Он считал, что типы почв связаны в одну непрерывную цепь развития и должны рассматриваться как стадии единого исторического процесса воздействия биологических элементов природы на поверхностные минеральные горизонты суши. Эти взгляды соприкасались с биогеохимическими представлениями В. И. Вернадского. Попытка проследить эволюцию зонального почвообразования на земле по геологическим периодам от возникновения жизни позднее была сделана И.П. Герасимовым (1949).

В развитии классификационной проблемы в зарубежном почвоведении можно выделить 2 главных направления: западноевропейское и американское.

Западноевропейские классификации своими истоками имеют ранние агрогеологические классификации, которые разрабатывали, исходя из свойств почвообразующих пород, и разделяли на геолого-петрографические, в основу которых положен минералогический состав почвообразующих пород, химические, построенные на делении по химическому составу почв, физические - по механическому составу и смешанные. Научные идеи В.В. Докучаева оказали влияние на более поздние работы по классификации почв ученых Западной Европы. В современных классификациях наблюдается стремление творчески синтезировать почвенно-минералогический подход к систематике и классификации почв с принципами докучаевского генетического почвоведения.

В американском почвоведении в начале нашего столетия преобладал эмпирический подход к классификации почв, основанный на опыте местного населения и учете урожайности культур. В систему почв было введено понятие «почвенные серии», устанавливаемые главным образом по механическому составу и некоторым другим точно не определенным свойствам почв. Наряду с этим независимо от системы почвенных серий разрабатывали общие генетические классификации почв. Важная роль в развитии американского почвоведения принадлежит Марбуту (1935), который воспринял идеи

русского генетического почвоведения и применил их при изучении почв США. Установленная им таксономическая категория «большие почвенные группы» близка к понятию докучаевского почвенного типа.

Последующие классификации исходили из схемы Марбута, но еще больше подчеркнули географо-генетические принципы. В американской системе почвенной классификации исторически сложился двойственный подход к определению сущности высших и низших таксономических единиц. Для высших (большие почвенные группы) характерен генетический принцип выделения, для низших (почвенные серии) — агроэмпирический. Поэтому в американской классификации трудно сопоставить почвенные серии между собой и соединить их в более высокие категории (почвенные семейства, большие группы).

Новую американскую классификацию разрабатывали в Государственной почвенной службе США. Основные принципы ее построения декларируются как генетические, но практически она в пределах первых двух высших уровней (почвенные порядки и подпорядки) проводится по морфологическим признакам, исходя из принципа характерного «диагностического горизонта». Лишь в двух следующих таксономических единицах - в почвенных группах и подгруппах - более широко используются генетические принципы.

В последние годы международными организациями ФАО и ЮНЕСКО разработана для мировой почвенной карты новая общая классификация почв, которая является более генетической.

Принципы построения современной классификации почв

Новые классификационные построения разрабатываются советскими учеными как индивидуально, так и коллективно. В одних на первый план выдвигаются современные процессы и режимы почвообразования, связанные с особенностями внешней среды и в значительной степени определяющие плодородие почв; на их общем фоне изучаются почвенный профиль и его реликтовые признаки (И. П. Герасимов, В. Р. Волобуев, Е. Н. Иванова, Н. Н. Розов). Другие построения исходят из анализа почвенного профиля, его геохимических и исторических особенностей, и на их фоне рассматривают современные процессы и режимы почвообразования, очень различные в пределах выделенных геохимических и исторических групп (М. А. Глазовская, В. А. Ковда, С. В. Зонн). Эти различия касаются высших классификационных подразделений.

При разработке современной классификации почв исходят из следующих основных принципов.

1. Классификация почв должна опираться на основные свойства и режимы почв и обязательно учитывать процессы, их создающие, и условия почвообразования, т. е. Должна быть генетической в широком смысле слова, объединяя экологический, морфологический и эволюционный подходы.

2. Классификация должна строиться исходя из строго научной системы таксономических единиц.

3. В классификации необходимо учитывать признаки и свойства, приобретенные почвами в результате хозяйственной деятельности.

4. Классификация должна раскрывать производственные особенности почв и способствовать их рациональному использованию в сельском и лесном хозяйстве.

Современные классификации почв по сравнению с прежними более полно учитывают морфологическое и микроморфологическое строение почвенного профиля, состав и свойства почв, главные процессы и режимы почвообразования, а также экологические условия.

Принимаются во внимание также качественный состав органического вещества, особенности биологического круговорота веществ, внутрипочвенного выветривания и вопросы энергетики почвообразования.

Все это позволяет глубже понять основные генетические особенности почв, дать их агрономическую характеристику и провести сравнительную оценку их плодородия (бонитировку).

На этих принципах Почвенным институтом имени В.В.Докучаева был разработан ряд схем классификации почв СССР (1977). В нем даны детальная классификация и диагностика около 80 типов почв страны, исключая почвы Крайнего Севера и мерзлотных областей Сибири. Основные типы почв (кроме арктических, тундровых и аллювиальных), сгруппированы по зонально-экологическим группам и рядам увлажнения.

Каждая зонально-экологическая группа характеризуется типом растительности (таежно-лесные, лесостепные, степные и т. Д.), суммой температур почвы на глубине 20 см от поверхности, длительностью замерзания почвы на той же глубине в месяцах и коэффициентом увлажнения.

Внутри зонально-экологических групп почвы разделяются по био-физико-химическим свойствам (состав гумуса, реакция почв, карбонатность, солонцеватость, засоление, осолодение и т. д.), а также по условиям увлажнения (автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные).

Современная система таксономических единиц была установлена Междуведомственной комиссией по номенклатуре, систематике и классификации почв при Академии наук СССР в 1958 г. На основании обобщения материалов, накопленных научными и производственными учреждениями в области классификации почв.

Основной таксономической единицей современной классификации почв является генетический почвенный тип, установленный еще В. В. Докучаевым.

В основу определения генетического типа почв были положены взгляды Л. И. Прасолова, который считал, что для почвенных типов характерно «... Единство происхождения, миграции и аккумуляции веществ».

В соответствии с этим к одному генетическому типу относятся почвы, развивающиеся в однотипно-сопряженных биологических, климатических и гидрологических условиях на определенной группе почвообразующих пород.

Каждый почвенный тип развивается «в однотипно-сопряженных биологических, климатических и гидрологических условиях и характеризуется ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами».

«Характерные черты почвенного типа определяются:

- 1) однотипностью поступления органических веществ и процессов их превращения и разложения;
- 2) однотипным комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органо-минеральных новообразований;
- 3) однотипным характером миграции и аккумуляции веществ;
- 4) однотипным строением почвенного профиля;
- 5) однотипной направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия почв».

В настоящее время к этому необходимо еще добавить однотипность почвенных режимов.

Это определение почвенного типа предполагает, что одновременно с разработкой классификации почв на генетической основе должна проводиться типизация и группировка главных почвенных свойств и процессов, перечисленных в тексте определения.

Ниже почвенного типа предусматриваются следующие таксономические единицы: подтипы, роды, виды, разновидности и разряды почв.

Эту нисходящую ветвь почвенной классификации (ниже почвенного типа) часто называют систематикой почв.

Подтипы почв выделяют в пределах типа. Это группы почв, качественно отличающиеся по проявлению основного и налагающегося процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами. При выделении подтипов учитывают процессы, связанные как с подзональной, так и с фациальной сменой природных условий.

Деление на фациальные подтипы проводят с учетом суммы активных температур почвы на глубине 20 см и продолжительности периода отрицательных температур почвы на

той же глубине (в месяцах). Для номенклатурного обозначения фациальных подтипов используют термины, связанные с их температурным режимом: теплые, умеренные, холодные, глубокопромерзающие и т. Д.

Мероприятия по повышению и поддержанию плодородия почв для каждого подтипа более однородны по сравнению с типом.

Роды почв выделяют в пределах подтипа, качественные генетические особенности их определяются влиянием комплекса местных условий: составом почвообразующих пород, химизмом грунтовых вод и т. Д., включая и свойства почвообразующего субстрата, приобретенные в процессе предшествующих фаз выветривания и почвообразования (реликтовые горизонты и признаки древних почвообразований).

Виды почв выделяют в пределах рода, и отличаются они по степени развития почвообразовательных процессов (степени подзолистости, глубине и степени гумусированности, степени засоленности и т. Д.) И их взаимной сопряженности.

Разновидности почв определяются по механическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород.

Разряды почв обуславливаются генетическими свойствами почвообразующих пород (плотные породы, моренные, аллювиальные, покровные и т. Д.).

Рассмотренная система таксономических единиц установилась не сразу. Высшие единицы ее (выше почвенного типа) окончательно не установлены и зависят от указанных ранее подходов к классификации. Предлагаются почвенно-биоклиматические классы и подклассы (Е.Н.Иванова и Н.Н.Розов), почвенно-геохимические ассоциации и семейства (М. А. Глазовская), стадии развития почв от автоморфных к гидроморфным (В. А. Ковда), типы почвообразования и др.

Важным разделом классификационной проблемы в почвоведении является систематика и классификация почв, находящихся в культурном использовании. В нашей стране таких почв более 600 млн га, из них около 230 млн га в земледельческом использовании. Как отмечалось выше, классификационные построения учитывают изменения в свойствах почв, обусловленные приемами их сельскохозяйственного использования. На разных этапах развития классификации почв было много частных предложений по систематическому разделению таких почв (Н. М. Сибирцев, С. П. Кравков, Н. П. Карпинский, С.А. Захаров, Е. Н. Иванова, Г. И. Григорьев и др.). В большинстве разработок пахотные почвы подразделялись по степени их изменения (окультуривания) на слабо-, средне- и сильно- окультуренные. Учитывались также и изменения, обусловленные мелиоративным воздействием, - выделялись почвы осушенные, орошаемые, плантажированные и т. П. В «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) для ряда почв дано деление по степени окультуренности на уровне подтипа и даже типа; в самостоятельные типы выделены осушенные почвы, орошаемые почвы. Подробнее эти вопросы разбираются ниже при описании конкретных почв.

Контрольные вопросы и задания

1. Как происходит почвенно-географическое районирование?
2. Расскажите о принципах построения современной классификации почв.
3. Раскройте роль генезиса, классификации и географии почв в почвоведении.

Лекция № 15

Тема: АГРОПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ГРУППИРОВКА И БОНИТИРОВКА ПОЧВ

План лекции:

1. Принципы агропроизводственной группировки почв
2. Классификация земель
3. Бонитировка почв и их оценка
4. Принципы и методика бонитировки почв

Рациональное ведение хозяйства, использование природного и эффективного плодородия почв невозможны без применения почвенных карт и агрономических картограмм.

Карта — это изображение какой-либо территории в некотором уменьшении. Почвенная карта представляет собой изображение почвенного покрова территории. Она дает наглядное представление о качестве и расположении почв. Уменьшение, в котором показаны на карте площади распространения различных почв, называется масштабом.

Составляют и используют почвенные карты различного масштаба.

Мелкомасштабные карты (масштаб мельче 1 : 300 000) отображают почвенный покров республик, краев, областей, а также всей страны. Их назначение — государственный учет земельных фондов, природное районирование, планирование размещения сети сортоиспытательных и зональных опытных станций, районирование культур и сортов и другие мероприятия в сельском хозяйстве республики, области (края).

Среднемасштабные карты (масштаб 1 : 300 000 — 1 : 100 000) представляют собой почвенные карты административных районов. Они предназначаются для использования местными планирующими организациями (разработка государственных плановых заданий, проведение мелиоративных работ, распределение минеральных удобрений).

Крупномасштабные карты (масштаб 1 : 50 000 — 1 : 10 000) — это преимущественно почвенные карты территорий колхозов, совхозов и фермерских хозяйств. Их используют в целях внутрихозяйственного землеустройства, для разработки дифференцированной системы агротехнических мероприятий, правильного применения удобрений, проведения противоэрозионных работ.

Детальные карты (масштаб 1 : 5000 — 1 : 2000) составляют на территории фермерских хозяйств, опытных станций, на плантациях многолетних и технических культур. Их используют при закладке многолетних опытов, в целях орошения и осушения земель, выбора участков под плодовые культуры.

Почвенные карты обычно сопровождаются различными агрономическими картограммами.

Картограмма — схематическая сельскохозяйственная карта. Агрономические картограммы в зависимости от содержания могут рассматриваться как расшифровывающие или как рекомендуемые.

Расшифровывающие картограммы отображают отдельные важнейшие свойства почвенного покрова. К их числу следует отнести картограммы мощности гумусового горизонта, гумусированности почв, гранулометрического состава, солонцеватости, эродированное земель и др.

Рекомендуемые картограммы содержат прямые рекомендации по использованию почв. К числу рекомендуемых относятся картограммы агропроизводственной группировки, типов земель, картограмма кислотности почв и нуждаемости их в известковании, картограмма поливных режимов и др. Картограммы существенно дополняют и детализируют почвенные карты, делая материалы почвенных исследований более наглядными для практического использования.

Агропроизводственная группировка почв и земель. Для практического использования материалов почвенных исследований целесообразно объединение выделенных на карте почв в группы по сходности свойств, определяющих агропроизводственные их качества и общность приемов использования. В этих целях проводят агропроизводственную группировку почв или объединяют почвы в группы (типизация земель).

Агропроизводственная группировка почв представляет объединение их видов и разновидностей в более крупные агропроизводственные группы по общности свойств, близости экологических условий, сходству качественных особенностей и уровней плодородия, однотипности необходимых агротехнических и мелиоративных мероприятий.

При их составлении используют следующие критерии: сходство агрономических свойств почв, условий рельефа с точки зрения использования сельскохозяйственных угодий и сходство структуры почвенного покрова. При этом учитывают следующие показатели:

1. Приблизительно одинаковые водно-воздушные и тепловые свойства, выявленные на основе оценки гранулометрического состава, сложения почвенного профиля, мощности гумусового слоя, а также учета геоморфологических и гидрологических условий залегания почв.

2. Близость свойств, характеризующих питательный режим почв и условия применения удобрений (валовые запасы и содержание доступных форм элементов питания, гумусированность, физико-химические свойства, реакция, ОВ-условия и др.).

3. Близость свойств, определяющих отношение почв к обработке, устанавливаемое на основе оценки гранулометрического состава, строения профиля, физических и физико-механических свойств и др.

4. Потребность в мелиоративных мероприятиях, выявляемую на основе оценки почв по степени заболоченности, солонцеватости, солончаковатости, эродированности, каменистости с учетом условий рельефа, глубины залегания грунтовых вод и их качества.

5. Содержание в почве вредных для растений веществ (токсичные водорастворимые соли, тяжелые металлы, продукты восстановительных процессов — H_2S , Fe^{2+} , Mn^{2+} и др.).

6. Характер и интенсивность процессов засоления. С Для почв, объединенных в одну агропроизводственную группу, намечают одинаковое направление их сельскохозяйственного использования и общий комплекс агротехнических, мелиоративных или противоэрозионных мероприятий.

Наряду с агропроизводственной группировкой почв проводят группировку земель — объединение земель по оценке их пригодности для сельскохозяйственного использования)

По пригодности к использованию в сельском хозяйстве выделяют 7 категорий земель: 1 — пригодные под пашню; 2 — пригодные преимущественно под сенокосы (луговые угодья); 3 — пастбищные; 4 — пригодные под сельскохозяйственные угодья после коренной мелиорации (болота торфяные низкие, сильнозасоленные земли, овражно-балочные комплексы и т.п.); 5 — малопригодные под сельскохозяйственные угодья; 6 — непригодные под сельскохозяйственные угодья (скалы, ледники и т.п.); 7 — нарушенные земли (карьеры, горные выработки и др.).

Категории земель подразделяют на классы — участки с близкими природными и хозяйственными качествами, общностью использования и приемов окультуривания и охраны. Всего выделяют 37 классов. Наибольшее их число (14) входит в категорию пахотных земель. В этой категории классы выделяют по генетическим особенностям почв (гранулометрический состав, карбонатность, переувлажненность, эродированность, окультуренность и др.) с учетом условий залегания почв по рельефу и дренированности территории.

Земельный фонд РК составляет 2717,3 тыс. км², или 272 млн. га, в т. ч. сельхоз угодья 222 млн. га РК расположена в 10 природных зонах с соответствующими почвами: подзона выщелоченных черноземов 0,4 млн. га, обыкновенных черноземов 11,7 млн. га, южных черноземов 13,6 млн. га, темно-каштановых 27,7 млн. га, каштановых 24,3 млн. га, светло-каштановых 38,4 млн. га, бурых 57,4 млн. га, серо-бурых и такыровидных почв 61,9 млн. га.

Горные области РК занимают 36,9 млн. га, в т. ч. сероземы, светло-каштановые и карбонатные почвы подгорно-предгорного пустынно-степного пояса 16,8 млн. га, предгорные темно-каштановые почвы и черноземы низкогорного степного пояса — 11,3 млн. га, горные выщелоченные черноземы, коричневые, серые, темноцветные лесные почвы среднегорного, лесостепного и лугово-степного пояса — 5,8 млн. га, высокогорные луговые, субальпийские, степные почвы высокогорного лугового и лугово-степного пояса — 3,0 млн. га. Во всех этих зонах и подзонах 41% занимают интразональные засоленные почвы, в т. ч. солончаки 8507,6 тыс. га, солонцы в комплексе с солонцами более 50% 26948,1 тыс. га, комплексы с солонцами 30-50% 7408,8 тыс. га, комплексы с солонцами 10-30% 34336,5 тыс. га, солоды 589,1 тыс. га, луговые и пойменно-луговые солонцеватые и солончаковатые в комплексе с солонцами и солончаковыми луговыми 3722,9 тыс. га, лугово-болотные и болотные солонцеватые и солончаковые в комплексе с солончаками болотными 1752,5 тыс. га, бурые солонцеватые, солончаковые и солончаковатые 11008,5 млн. га, серо-бурые солонцеватые, солончаковые и солончаковатые 11114,7 тыс. га, такыры солончаковые в комплексе с такыровидными солончаками 339,5 тыс. га, такыровидные солончаковые и солонцеватые в комплексе с солончаками остаточными 5821,9 тыс. га, что в итоге составляет 111550,1 тыс. га.

Классификация земель — группировка земель в целях их пригодности для с.-х. использования с выделением 7 категорий и 37 классов. Основой выделения категорий пригодности земель служит возможность их целесообразного использования под основные виды с.-х. угодий, а главным критерием их выделения является качественное состояние земель. Классы земель — участки с близкими природными и хозяйственными качествами, общностью использования, приёмов окультуривания и охраны.

Категория 1. Земли, пригодные под пашню классы: 1. окультуренные; 2. дренированных водоразделов и слабовыраженных склонов (до 2°), суглинистые и легкосуглинистые, некарбонатные; 3. то же, карбонатные; 4. то же, супесчаные и песчаные; 5. то же, глинистые, включая слитые; 6. дренированных водоразделов и слабовыраженных склонов повышенного влияния плотных пород и валунно-галечниковых отложений, суглинистые; 7. слабодренируемые кратковременно переувлажняемые, глинистые и суглинистые, некарбонатные; 8. то же, карбонатные; 9. слабодренируемые кратковременно переувлажняемые супесчаные и песчаные на глинах и суглинках; 10. слабозероноопасные пологих склонов (2-5°), глинистые и суглинистые на рыхлых породах, включая слабосмытые; 11. то же, супесчаные; 12. эрозионно опасные покатых склонов (5-10°), глинистые и суглинистые на рыхлых породах, включая смытые; 13. то же, супесчаные; 14. повышенно эрозионно опасные пологих и покатых склонов (2-10°) на плотных породах, включая смытые.

Категория 2. Земли, пригодные преимущественно по сенокосы. Классы: 1 — пойменные луговые, глинистые и суглинистые; 2 — то же, супесчаные и песчаные; 3 — внепойменные луговые, глинистые и суглинистые; 4 — то же, супесчаные и песчаные.

Категория 3. Земли пастбищные, после улучшения могут быть использованы под другие с.-х. угодья. Классы: 1 — переувлажненные (заболоченные); 2 — солонцовые и слитые автоморфные, включая средне — и сильнокомплексные; 3 — солонцовые и слитые полугидроморфные, включая средне — и сильнокомплексные; 4 — солонцовые и слитые гидроморфные, включая средне — и сильнокомплексные; 5 — особо эрозионно опасные крутых склонов (>10°), включая смытые; 6 — маломощные, включая сильнокаменистые и щебнистые; 7 — пески задернованные.

Категория 4. Земли, пригодные под с.-х. угодья после коренных мелиорации. Классы: 1 — болота торфянистые низинные и переходные; 2 — болота минеральные низинные и переходные; 3 — сильно — и очень сильнозасоленные; 4 — такыры; 5 — овражно-балочные комплексы; 6 — пески, лишённые растительности (развеваемые).

Категория 5. Земли, малоприспособленные по с.-х. угодья. Классы: 1 — болота верховые; 2 — галечники, каменистые россыпи, щебнистые отложения.

Категория 6. Земли, непригодные под с.-х. угодья. Классы: 1 — скалы, обнажения скальных пород, россыпи; 2 — ледники, вечные снега, участки под водой.

Категория 7. Нарушенные земли. Классы: 1 — торфоразработки; 2 — карьеры, горные выработки и др.

Составление классификации земель является более детальным природно-сельскохозяйственным районированием.

Институт почвоведения АН РК провел обследование земель на среднемасштабной основе на 222 млн. га сельхозугодий, на основании чего произведены агропроизводственная группировка почв.

Категория А — земли, преимущественно пригодные для земледелия, объединены в 6 агрогрупп: 1. Не требующие специальных мероприятий: 1.1 пригодные при обычной для подзоны агротехнике; 1.2 требующие дифференцированной агротехники; 2. Требующие защиты почвы от дефляции; 3. Требующие защиты почвы от эрозии; 4. Требующие противосолонцовых мер; 5. Требующие противозерозионных и противосолонцовых мер; 6. Требующие орошения и предупреждения вторичного засоления.

Категория Б — земли, преимущественно сенокосные, выборочно или малопригодные для земледелия: 7. Требующие мер по регулированию водного режима; 8. Требующие орошения и предупреждения засоления; 9. Требующие поверхностного улучшения; 10. Требующие в основном коренного улучшения;

Категория В — земли, преимущественно пастбищные, выборочно или малопригодные для земледелия: 11. Требующие защиты почв от дефляции; 12. Требующие защиты почв от эрозии; 13. Требующие противосолонцовых мер; 14. Требующие противозерозионных и противосолонцовых мер; 15. Требующие орошения и предупреждения ирригационной эрозии и вторичного засоления; 16. Требующие преимущественно поверхностного улучшения; 17. Требующие главным образом коренного улучшения; 18. Требующие поверхностного и коренного улучшения.

По этим данным, в РК имеется 61 млн. га, которые могут использоваться под земледелие и коренное улучшение, в т. ч. не требующие специальных мер 7472,6 тыс. га, нуждаются в защите от дефляции 11328,7 тыс. га и эрозии 2994,2 тыс. га, требуют несложных противосолонцовых мер 9121 тыс. га, орошения и предупреждения вторичного засоления 18722 тыс. га, мер по регулированию водного режима 1516,5 тыс. га.

По степени нуждаемости в противосолонцовых мерах все обследованные на крупномасштабной основе почвы естественных кормовых угодий распределены в группы: 1 — земли, не требующие противосолонцовых мер (несолонцеватые и слабосолонцеватые почвы и их комплексы с солонцами до 10%), на площади 22,84 млн. га, в т. ч. черноземы обыкновенные 0,35, южные 0,34 и карбонатные 0,59, лугово-черноземные 0,23, оподзоленные и осолоделые 0,15; темно-каштановые 2,58, каштановые 1,05, карбонатные 2,13, лугово-каштановые 0,97; горные черноземы и каштановые 5,1, сероземы 9,35 млн. га; 2 — земли, не требующие несложных противосолонцовых мер, на площади 4,93 млн. га, в т. ч. черноземы несолонцеватые, слабо — и среднесолонцеватые в комплексе с солонцами от 10 до 30% — 0,88; темно-каштановые среднесолонцеватые, а также несолонцеватые, слабо — и среднесолонцеватые в комплексе с солонцами от 10 до 30% — 1,68 млн. га и соответственно каштановые и лугово-каштановые 1,49 и 0,88 млн. га; 3 — земли, требующие сложных противосолонцовых мер (сильносолонцеватые, а также несолонцеватые, слабо, средне — и сильносолонцеватые в комплексе с солонцами от 30 до 50%, для каштановых почв — от 20 до 50%); 4 — солонцы; 5 — почвы с повышенным грунтовым и поверхностным увлажнением; 6 — горные почвы; 7 — прочие почвы (пески, в разной степени пригодные для пастбищ).

Представляет собой объединение видов и разновидностей почв в более крупные агропроизводственные группы по общности агрономических свойств почв, близости экологических условий, сходству качественных особенностей и уровней плодородия, однотипности необходимых агротехнических и мелиоративных мероприятий.

1. Общегосударственная группировка почв для характеристики и учёта качества

земель составляется по сходству агрономических свойств и особенностей почв, с учётом зональных и провинциальных экологических условий.

2. Региональные комплексные агропроизводственные группировки почв строятся на тех же принципах, что и общегосударственная. А принятые группы почв для общегосударственного учёта должна быть обязательно сохранены, но вводятся их дополнительные подразделения, учитывающие с.-х. специфику региона. Большое значение имеют региональные специализированные группировки почв по отдельным с.-х. культурам, которые строятся с использованием материалов бонитировки почв имеют важное значение для правильного размещения культур, построения севооборотов и применения удобрений.

3. Хозяйственные агропроизводственные группировки почв являются формой агрономической интерпретации и обобщения крупномасштабных почвенных исследований территорий конкретных хозяйств. Они делятся на комплексные и специализированные. Комплексные агропроизводственные группировки (КАГ) почв хозяйств строятся исходя из однотипности с.-х. использования культур и одинаковой направленности агроулучшающих мер, используя следующие критерии сходства:

1. агрономических свойств почв, определяемых их генетическими особенностями;

2. условий рельефа с точки зрения использования с.-х. угодий;

3. структуры почвенного покрова.

Для этого учитывают следующие показатели:

1. Приблизительно одинаковые водно-воздушные и тепловые свойства почв;

2. Близость свойств, характеризующих питательный режим почв и условия применения удобрений;

3. Близкие по своим показателям технологические почв и условия обработки;

4. Содержание в почве вредных для растений веществ;

5. Потребность в мелиоративных мероприятиях;

6. Характер и интенсивность процессов эрозии.

Исходя из этого, внутри территории хозяйств часто объединяют южные черноземы и каштановые почвы и в настоящее время внутрихозяйственная КАГ почв является обязательным завершающим этапом обобщения материалов крупномасштабного обследования почв каждого хозяйства.

При составлении КАГ на I этапе разделяют почвы на две группы:

почвы, не требующие специальной агротехники и мелиорации (зональная технология районированных культур);

почвы, требующие специальной агротехники и мелиорации

На II этапе почвы первой группы делят по мех. составу на две части (глинистые и суглинистые; песчаные и супеси). На III этапе разделение почв основывается на учете зональных особенностей. Заключительный этап подразделения почв первой группы должен строиться на видовых различиях, особенности их химизма.

При группировке почв второй группы целесообразно их объединить:

улучшаемые специальной агротехникой;

улучшаемые легкими мелиорациями (гипсование);

улучшаемые тяжелыми мелиорациями (дренаж, промывка);

практически не мелиорируемые.

На практике надо уметь оценивать не только отдельные почвы, но и их комбинации. Эта оценка строится на основе анализа структуры почвенного покрова (СПП). Агрономическая оценка СПП основывается:

на оценке всего комплекса показателей каждого его компонента

на детальном анализе самих комбинаций такая оценка позволяет решать вопросы об агрономической однородности и совместимости почв и выделяют 3 типа СПП: 1. Агрономически однородные, которые можно в любых случаях включать в состав одного и того же поля. Такие структуры представлены вариациями и пятнистостями; 2. К агроно-

мически неоднородным совместимым СПП относятся территории, требующие при использовании почв массива небольших различий в системах агротехнических и мелиоративных мер при общей их однотипности. При этом сроки полевых работ на контурах почв близки, хотя урожаи могут включаться в один производственный массив, например пятнистости и комплексы несмытых и слабосмытых почв; 3. Агротехнически несовместимые СПП требуют качественно различных агротехнических и мелиоративных мер и не допускают проведения полевых работ в одни и те же сроки на каждом компоненте СПП. Агротехнически несовместимые СПП, не должны включаться в состав одного поля. Они могут в ряде случаев включаться в поля специализированных кормовых, почвозащитных севооборотов.

Почва как природное образование и основное средство производства является средой обитания растений, которая обеспечивает получение урожая сельскохозяйственных культур. Земельный кодекс Республики Казахстан обязывает проводить мониторинг земель и научный учет почв в соответствии с государственным земельным кадастром. Задачи государственного контроля состоят в обеспечении правил ведения земельного кадастра и землеустройства; выполнения мероприятий по сохранению и воспроизводству плодородия почв, рациональному использованию и охране земель.

Формирование сведений государственного земельного кадастра обеспечивается проведением топографо-геодезических, аэрокосмических, картографических, землеустроительных, инвентаризационных, почвенных, геоботанических, оценочных и иных обследований и изысканий, которые служат источниками информации для мониторинга земель. Техническое обеспечение мониторинга земель осуществляется автоматизированной информационной системой, имеющей пункты сбора, обработки и хранения информации в соответствующих территориальных органах по управлению земельными ресурсами.

Государственный земельный кадастр включает десять видов работ, среди которых центральное место занимают учет количества и качества земель, их государственная кадастровая оценка и бонитировка почв. Теоретической основой объективной оценки земельных угодий служат научные законы соотношений между составными частями почв (закон корреляции в почвоведении) и между почвами и произрастающей на них между почвами и произрастающей на них растительностью (закон единства фитоценоза и его местообитания).

В связи с этим в методическом отношении важно различать следующие качественные оценки почв и земель:

1. Бонитировка (от лат. bonitos — доброкачественность) почв – качественная оценка почв в баллах на основании исследований внутренних свойств или диагностических признаков и многолетней продуктивности растений, которые характеризуют почвенно-биологический потенциал хозяйства.

2. Качественная оценка земель включает результаты бонитировки почв, но с учетом всех природных условий (рельеф, эрозия, климат) данной территории, характеризуя почвенно-климатический и биологический потенциал хозяйства.

3. Экономическая оценка земель включает результаты качественной оценки с учетом организационно-экономических условий хозяйства. Эта оценка земли как основного средства с.-х. производства с учетом местоположения хозяйства и экономического плодородия почв. Поэтому при экономической оценке земель почвы с одинаковым бонитетом, но находящиеся в разных условиях, получают неодинаковую оценку.

Бонитировку почв и оценку земель проводят с учетом природных условий и производственной деятельности хозяйства и основных показателей плодородия почв. Объектом бонитировки в первую очередь являются виды и разновидности почв. Однако не все свойства почвы находятся в коррелятивной связи с продуктивностью растений, а поэтому их правильный выбор является практической основой бонитировки почв. Методы бонитировки почв РК разрабатывают государственные проектные институты по землеустройству при участии НИИ и кафедр почвоведения, земледелия, землеустройства

вузов. Бонитировочные шкалы или оценочные таблицы строятся на основании средневзвешенных показателей, по которым рассчитывают баллы бонитета по всем почвенным разновидностям.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое почвенные карты и агрономические картограммы?
2. Каковы их масштабы, для каких целей они составляются?
3. Каковы сущность и значение агропроизводственной группировки почв и земель?
4. Обоснуйте необходимость использования почвенных карт и агрономических картограмм при проведении землеустройства.

4 ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Изучение морфологических признаков почвенного профиля
2. Изучение общих физических и химических свойств по данным анализа
3. Изучение физико-механических свойств по данным анализа
4. Изучение гранулометрического состава профиля по данным анализа
5. Изучение минералогического состава профиля по данным анализа
6. Изучение степени структурности почвы
7. Изучение химического состава почвенного профиля по данным анализа
8. Изучение водных свойств и водного режима почв по данным анализа
9. Изучение воздушных свойств и воздушного режима почв по данным анализа
10. Изучение тепловых свойств и теплового режима почв по данным анализа
11. Общие свойства и методы изучения органической части почвы
12. Основные понятия и методы определения обменных катионов и емкости поглощения.
13. Общие понятия об оценках плодородия почв.
14. Общие понятия о агропроизводственных группировках почвы
15. Подготовка к летней учебной практике (подготовительные работы)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН
НАО «КОКШЕТАУСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Ш.УАЛИХАНОВА»



Кафедра «Сельского хозяйства и биоресурсов»

Саттыбаева З.Д., Саликова Ж.Х.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам по дисциплине
«Почвоведение»
для студентов 6В08101 «Агрономия»,
6В05201 «Экология»
Форма обучения: очная

Кокшетау

Методические указания составлены в соответствии с требованиями рабочего учебного плана и программой дисциплины «Почвоведение» и включает все необходимые сведения по выполнению тем лабораторных работ курса.

Рассмотрено на заседании кафедры сельского хозяйства и биоресурсов
«27» октября 2022 г. / Протокол № 3

Заведующий кафедрой:  Шегенов С.Т.

Одобрено Советом по АК Агротехнического института
«28» октября 2022 г. / Протокол № 2

Председатель Совета по КА:  Бекимова Г.Б.

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторно-практическое занятие № 1

Тема: Техника безопасности основные требования при работе в агрохимических лабораториях. Отбор почвенных проб. Подготовка почвы к анализу.

Цель занятия: ознакомиться с техникой безопасности и правилами оказания помощи при работе в агрохимических лабораториях.

Реактивы: 2-3%-ный раствор марганцовокислый калий, 3%-ный раствор перекись водорода, спиртовой раствор йода, активированный уголь. Почвенный бур, почвенные мешочки, весы, боксы, сито с отверстием 1мм.

Пояснения к работе: В агрохимических лабораториях студентам приходится работать с кислотами, щелочами, горючими, взрывоопасными и ядовитыми веществами, пользоваться аналитическими и электрическими приборами. Поэтому работа в лабораториях требует соблюдение дисциплины и установленных правил.

Приступая к работе, составляют конспект с указанием значения выполняемого анализа, принципа метода, технологии его выполнения и способа расчета полученных результатов. За каждым студентом закрепляется рабочее место, на котором должны находиться только необходимые для выполнения данной аналитической операции приборы и реактивы. Реактивы общего пользования, а также приборы и реактивы, надобность в которых уже отпала, должны находиться в специально отведенных для них местах. Приступая к аналитической работе, необходимо ясно представлять характер и последовательность протекающих процессов, что дает возможность заблаговременно принять необходимые меры предосторожности.

Почти все агрохимические анализы являются количественными, и малейшая неаккуратность в работе приводит в искажению результатов анализа, на которой было затрачено много труда и времени.

При выполнении анализа следует строго соблюдать установленную методику – результаты работы будут достаточно точными, лишь, когда соблюдается все условия, при которых данный метод был разработан и тщательно проверен.

Запись делают карандашом (простым), аккуратно, лаконично и последовательно, чтобы легко можно было проследить за ходом анализа и его результатами. Записи на отдельных листах бумаги не разрешается. Исправления в лабораторном журнале также делают карандашом (при хорошей работе их, как правило, немного). Исправляя неверную цифру, ее следует зачеркнуть, и над ней написать правильную. Нельзя затушевывать или приделывать цифры результатов анализа.

Особое внимание уделяют бережному расходованию электроэнергии, материалов и химических реактивов. Для работы берут минимально количество вещества, позволяющее выполнить анализ. Выливать обратно неиспользованные реактивы недопустимо, так как это часто приводит не к их экономии, а к порче большой партии растворов. Неиспользованные и отработанные дорогостоящие реактивы, например растворы азотнокислого серебра, сливают в отделенные склянки.

Создание необходимых условий работы в учебных агрохимических лабораториях, строгое соблюдение правил техники безопасности и методики проведения анализа являются основной предпосылкой предупреждения несчастных случаев.

Основной причиной несчастных случаев, происходящих в лабораториях, является неподготовленность студентов к выполнению данной работы и нарушение правил техники безопасности. Только менее 1% всех несчастных случаев обусловлено стечением непредвиденных обстоятельств: остальные возникают вследствие нарушений правил техники безопасности при работе в лаборатории и методики проведения анализа по небрежности или незнанию.

В агрохимических лабораториях не разрешается работать без спецодежды. В помещениях лаборатории запрещается курить, принимать пищу или хранить продукты питания, загромождать рабочие столы посторонними предметами, громко разговаривать или пользоваться радиоприборами. Любой шум отвлекает внимание работающего в лаборатории и может привести к ошибкам или несчастным случаям.

При работе с кислотами и щелочами необходимо соблюдать следующие правила. Растваривание крепких кислот, щелочей и аммиака осуществляется с помощью сифонов, в защитных очках, резиновых перчатках, фартуке и сапогах. Концентрированные кислоты и другие летучие жидкости переливают только в вытяжном шкафу.

При использовании концентрированных кислот для приготовления растворов во избежание их разбрызгивания при нагревании приливают кислоту в воду, а не наоборот.

Гранулированную щелочь растворяют в фарфоровой чашке при постоянном перемешивании и охлаждении. Особая предосторожность необходима при работе с горячими кислотами и щелочами.

Пролитые кислоты смывают водой, и нейтрализуют содой или мелом до прекращения вскипания.

Ядовитые вещества, едкие и летучие жидкости берут с помощью цилиндров или пипеток, снабженных специальным заборным устройством.

Недопустимо использование открытых электронагревательных приборов, спиртовых и газовых горелок при работе с легко воспламеняющимися веществами. Запрещается хранение в лабораториях легковоспламеняющихся жидкостей в количестве большем, чем необходимо для выполнения текущей работы. Хранят их в толстостенных склянках с притертыми пробками в вытяжных шкафах, удаленных от огня и обогрева. Отработанные жидкости собирают в специальную герметически закрывающуюся тару, либо сжигают в безопасном месте.

Запрещается оставлять без присмотра работающие приборы с легковоспламеняющимися и взрывоопасными веществами, газовые горелки, сетевые аналитические и электронагревательные приборы.

Правила помощи при работе в лаборатории следующие. При механических порезах стеклом рану промывают 2-3%-ным раствором марганцовокислого калия или 3%-ным раствором перекиси водорода, края раны дезинфицируют спиртовым раствором йода, перевязывают стерильным бинтом. При глубоких порезах или ранениях кровотечения останавливают тампоном ваты, смоченным в 2-3%-ном растворе хлорида железа или перекиси водорода, и обращаются в лечебные учреждения. При сильном кровотечении до прихода врача накладывают резиновый жгут.

При тепловых ожогах пораженное место смачивают 3%-ным раствором питьевой соды или марганцовокислого калия, после чего смазывают мазью от ожогов и накладывают повязку. Лучшее средство для примочек - 96%-ный этиловый спирт. При тяжелых делают только примочки из марганцовокислого калия, накладывают сухую стерильную повязку и направляют на лечение к врачу.

При химических ожогах (кислотами, щелочами и другими едкими веществами) прежде всего ватным тампоном удаляют с пораженного места остатки (капли), промывают большим количеством воды и обрабатывают нейтрализующими веществами - 2-3%-ным раствором питьевой соды или бикарбоната аммония при поражении щелочью. Пораженные места смазывают мазью от ожогов или борным вазелином и накладывают повязку.

При попадании едких или ядовитых веществ в органы пищеварения немедленно вызывают рвоту с помощью пальцев или 1%-ного раствора медного купороса (нужно принять примерно одну столовую ложку раствора) или мыльной воды, промывают желудок пострадавшего водой и дают молоко, активированный уголь или крепкий чай.

При поражении электротоком немедленно обесточивают пострадавшего путем отключения рубильника или устранения контакта с ним при помощи любого изоляционного

материала (резиновых перчаток, палки) и тотчас же делают искусственное дыхание в течение 1-2 ч. до прихода медицинского работника.

Общая подготовка образца почвы к анализу. Образец почвы 500-1000 г распределяют тонким слоем на листе бумаги и доводят до воздушно-сухого состояния в чистом и сухом помещении, не содержащем в воздухе пыли и газов (NH_3 , HCl и др.).

Для определения скелетной части почвы образец после просушивания взвешивают на теххимических весах.

Крупные комочки почвы в образце раздавливают руками, тщательно отбирают корни, включения и новообразования. Из подготовленной таким образом почвы берут среднюю пробу для определения гумуса, азота и проведения других анализов. Для этого почву разравнивают тонким слоем на листе оберточной бумаги в виде квадрата или прямоугольника и делят по диагоналям на четыре части. Две противоположные части почвы ссыпают в картонную коробку и хранят в не растёртом состоянии. Один экземпляр этикетки образца вкладывают в коробку, а другой наклеивают на ее стенку.

Оставшуюся на бумаге почву тщательно перемешивают, разравнивают тонким слоем и из разных мест небольшой ложкой берут такое количество почвы, чтобы общая масса ее составила 25-30 г. Почву следует отбирать на всю глубину слоя. Среднюю пробу хранят в бумажном пакете и в дальнейшем используют для определения содержания гумуса и азота.

Оставшуюся часть почвы измельчают в фарфоровой ступке деревянным пестиком или пестиком с резиновым наконечником и просеивают через сито с отверстиями 1 мм. Сито следует брать с крышкой и поддоном.

Почву, не прошедшую через сито, вновь размельчают в ступке и просеивают через то же сито. Измельчают и просеивают почву до тех пор, пока на сите останется только каменистая ее часть.

Просеянную почву тщательно перемешивают и разравнивают тонким слоем на листе бумаги, разделяют на квадраты и из каждого квадрата берут, как указано выше, около 10 г, которые после соответствующей подготовки идут на валовой анализ. Всю оставшуюся почву ссыпают в банку с притертой пробкой, картонную коробку или бумажный пакет и используют для большинства анализов.

Не прошедшую через сито часть почвы (ее скелет) переносят в фарфоровую чашку, сюда же помещают ранее отобранные каменистые включения и новообразования, наливают дистиллированную воду и содержимое кипятят в течение часа. Затем почву снова переносят на сито с отверстиями 1 мм, тщательно промывают водой и высушивают.

Промытую и высушенную до постоянной массы почву просеивают через колонку сит с отверстиями 10; 5; 3 и 1 мм и разделяют на камни (частицы >10 мм), крупный хрящ (10-5 мм), мелкий хрящ (5-3 мм) и гравий (3-1 мм). Затем вычисляют содержание каждой фракции в процентах к массе всей почвы, взятой для анализа.

Определение скелета почв необходимо при изучении механического состава, эта же часть почвы может служить для установления ее петрографического состава.

Подготовка почвы к определению гумуса и азота. При подготовке почвы к анализу на содержание гумуса и азота тщательно отбирают корни и различные органические остатки. Среднюю пробу не растёртой почвы разравнивают тонким слоем на листе белой бумаги и пинцетом отбирают корешки и видимые органические остатки.

Затем комки почвы растирают в ступке и вновь отбирают органические примеси, просматривая почву под лупой. После этого ее растирают в фарфоровой ступке и пропускают через сито с отверстиями 1 мм.

Из просеянной почвы берут среднюю пробу 10-15 г, разравнивают ее тонким слоем на листе восковки или пергаментной бумаги и снова отбирают корешки наэлектризованной стеклянной палочкой (ее надо потереть суконкой или шерстяной тряпочкой и быстро провести палочкой над почвой).

Корешки и мелкие кусочки органических остатков, прилипающие к палочке, удаляют.

Не следует подносить палочку слишком близко к почве, так как в этом случае к ней прилипают и тонкие минеральные частицы.

После отбора корешков почву вновь растирают в фарфоровой ступке и просеивают через сито с отверстиями 0,25 мм. Оставшиеся после просеивания на сите песчаные частицы растирают в ступке, просеивают и смешивают со всей растертой почвой.

Подготовленную почву хранят в бумажном пакете или пробирке, закрытой пробкой.

Подготовка торфяной почвы к анализу. Воздушно-сухой образец торфа измалачивают в ступке, размалывают на мельнице и просеивают через сито с отверстиями 2-3 мм. Из него берут среднюю пробу 100г. Ее просеивают через сито с отверстиями 1 мм. Не прошедшие через сито частицы растирают в ступке и снова просеивают через то же сито.

Подготовленный таким образом образец используют для анализов.

Взятие навески. Из почвы, просеянной через сито с отверстиями 1 или 0,25 мм, берут навеску так, чтобы она отвечала средней пробе образца. Чем меньше навеска, тем тщательнее должна быть взята проба.

Для взятия средней пробы образец почвы высыпают на глянцевую бумагу или восковку, разравнивают тонким слоем и разделяют на квадраты со сторонами 3-5 см. из каждого квадрата ложечкой берут такое количество почвы (со всей толщины слоя), чтобы составить требуемую для анализа навеску.

Если анализируют почву, просеянную через сито с отверстиями 1 мм, то навеску можно брать непосредственно из банки или коробочки, предварительно хорошо перемешав почву.

Вопросы для самопроверки:

1. Расскажите классификацию ядовитых веществ и как с ними работать.
2. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с электрическими приборами?
3. Оказание первой медицинской помощи пострадавшему электротоком.

Лабораторно-практическое занятие № 2

Тема: Определить гигроскопическую влажность почвы.

Цель занятия: Определить гигроскопическую влажность почвы.

Материалы и оборудование: Бюксы с крышками, почвы, сушильный шкаф, весы.

Пояснение к работе: Величина, характеризующая содержание в почве влаги в данный момент, называется влажностью почвы. Для большинства анализов в лаборатории почву просушивают до воздушно-сухого состояния. Такая почва всегда содержит некоторое количество влаги называемой гигроскопической. Это связано с тем, что почва способна адсорбировать парообразную влагу из воздуха и прочно удерживать ее на поверхности своих частиц.

Наибольшее количество гигроскопической влаги почва содержит при полном насыщении воздуха водяным паром. Это количество гигроскопической влаги называется максимальной гигроскопической влажностью.

Гигроскопическая и максимальная гигроскопическая влажность выражается в процентах от массы сухой почвы. Величина гигроскопической влажности используется в аналитической практике для вычисления сухой массы почвы или коэффициента пересчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на сухую.

Значение величины гигроскопической влажности позволяет вычислить влажность завядания растений и подсчитать запасы доступной (продуктивной) и недоступной влаги в почве. В зависимости от свойств почв, вида растений отношение влажности завядания (ВЗ) к максимальной гигроскопической (МГ) составляет 1,2-2,5 (коэффициент завядания). В среднем

при вычислении влажности завядания коэффициент завядания принимается равным 1,5 (по Н.А. Качинскому). Отсюда $V_3=1,5MГ$

Определение гигроскопической влажности.

Стеклоанный стаканчик с притертой крышкой(бюкс) просушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 100-105`С, охлаждают в эксикаторе с $CaCl_2$ на дне и взвешивают на аналитических весах 5г воздушно-сухой почвы.

Почву в стаканчике (крышку открыть) сушат в сушильном шкафу 5 часов, после чего стаканчик закрывают крышкой,охлаждают в эксикаторе $CaCl_2$ на дне и взвешивают. Затем просушивают снова в течении 2 часов. Если масса стаканчика с почвой после второй сушки осталась постоянной, то просушивание заканчивают. Допустимое расхождение в массе не должно превышать 0,003г.

Гигроскопическую влажность (W) вычисляют по формуле :

$$W=(a*100)/b\%$$

где a-масса испарившейся воды (в г)

b-масса сухой почвы (в г)

Коэффициент пересчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на сухую вычисляют по формуле :

$$K_{н2о}=(100+W)/100.$$

Вопросы для самопроверки:

1. Что называется гигроскопической влажностью?
2. Когда почва содержит наибольшее количество гигроскопической влажности?
3. Для чего используется в практике величина гигроскопической влажности?
4. Что вычисляет максимальная гигроскопическая влажность?

Лабораторная работа №3

Тема: Изучение минералов и горных пород по образцам

Цель занятия: Изучить внешние признаки и свойства минералов, определить и описать важнейшие минералы. Изучить горные породы и описать их характерные признаки.

Материалы и оборудование. Раздаточный набор минералов, шкала твердости минералов Мооса, подручные материалы для определения твердости минералов, стеклянные пластинки, белые неглазурованные фарфоровые плитки, 10%-ный раствор HCL .

Пояснение к работе: Вначале нужно изучить по образцам с этикетками внешние признаки и физические свойства известных эталонных минералов : кварца , полевых шпатов , слюд , каолина , гематита , магнетита , пирита , каменной соли ,сильвина , карналлита , апатита , фосфорита , кальцита , доломита , гипса и др. Затем следует определить минералы из раздаточных образцов , не имеющих этикеток .

Важнейшие минералы можно описать по форме 1 .

Описание минералов

Форма 1

Минерал	Класс	Физические свойства						Происхождение
		окраска	Цвет черты	блеск	Твердость	Спайность	излом	

Изучить по образцам главнейшие горные породы :магматические (гранит, сиенит , диорит, габбро , липарит, базальт, трахит, андезит) ;осадочные(щебень, галька, песок , песчаник, глина, мергель); почвообразующие (морена алюмосиликатная, морена

карбонатная, покровный суглинок, лесс, шоколадные мореные глины и др.); метаморфические (гнейс, кварцит, сланцы кристаллические и горючие, мрамор).
 Описать по форме 2 характерные признаки горных пород по группам.

Форма 2

Описание горных пород

Название	Минералогический состав	Окраска	Твердость	Происхождение	Значение в почвообразовании или сельском хозяйстве

Вопросы для самопроверки:

1. Дать характеристику внешним признакам и физическим свойствам минералов и горных пород.
2. Какие горные породы относятся к магматическим, осадочным, почвообразующим, метаморфическим? дать им характеристику.

Лабораторно-практическое занятие № 4

Тема: Определение соединения гумуса в почве метод И.В. Тюрина

Цель: Определить состояние гумуса в почве методом И.В. Тюрина

Пояснение к работе: Метод И.В. Тюрина отличается простотой, точностью и быстротой определения гумуса. Его широко применяют при массовых анализах почв. Метод И.В.Тюрина основан на окислении гумуса 0,4н.раствором двуххромового калия (K₂Cr₂O₇), приготовленного на серной кислоте, разведенной в воде в объемном отношении 1:1. По количеству хромовой кислоты, пошедшей на окисление гумуса, судят о его количестве. Этим методом нельзя определять гумус в почвах, сильно засоленных хлоридами, а также содержащих закисное железо и большое количество марганца (получаются завышенные результаты). Карбонаты в почве не мешают определению гумуса.

Ход анализа:

1. Из подготовленной для определения гумуса и азота почвы (стр. 69) берут навеску на аналитических весах. Величина ее зависит от содержания гумуса в анализируемой почве: чем больше в ней гумуса, тем меньше навеска.

Содержание гумуса (в %)	Навеска (в г)
>10	0,1
10-5	0,2
5-1	0,3
1-0,5	0,4
<0,5	0,5

При взвешивании на аналитических весах навеску почвы следует брать во взвешенную сухую пробирку.

2. Навеску почвы высыпают осторожно, не распыляя, на дно конической колбы объемом 100мл.

3. Приливают в колбу с почвой из бюретки точно 10 мл ** 0,4 н. раствора двуххромового калия. растворенного в серной кислоте, и содержимое осторожно перемешивают круговым движением колбы.

4. В горло колбы вставляют маленькую воронку, которая служит холодильником, ставят колбу на асбестовую сетку и нагревают жидкость на слабом пламени газовой горелки (или на электрической плите). По мере нагревания из жидкости выделяются мелкие пузырьки CO₂, которые при закипании жидкости (что наблюдается через 3-5 минут) будут

более крупными. Отмечают время начала закипания, и умеренное кипячение продолжают 5 минут. Следят за колбой и не допускают бурного кипячения, сопровождающегося выделением паров через воронку. При сильном и продолжительном кипячении увеличивается концентрация серной кислоты, что может привести к разложению хромовой кислоты, а отсюда и к неверным результатам анализа.

5. После кипячения колбе дают остыть, и ее содержимое переносят в колбу емкостью 500 мл. Сначала обмывают и вынимают воронку, а затем наливают в колбу на 100 мл дистиллированной воды и содержимое переливают в большую колбу на 500 мл, куда предварительно наливают около 100 мл дистиллированной воды. После этого маленькую колбу несколько раз ополаскивают водой, выливая ее каждый раз в большую колбу, пока в ней не соберется около 300 мл раствора.

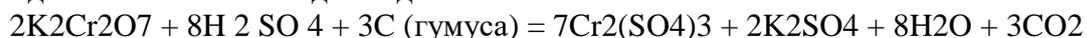
6. К полученному в большой колбе раствору прибавляют 10 капель 85 %-ной фосфорной кислоты и 8 капель дифениламина, все тщательно перемешивают и оттитровывают остаток хромового калия (хромовой кислоты), 0,2 н. раствором соли Мора до перехода цвета раствора из бурого в зеленый.

В начале титрования жидкость приобретает темно – красно – фиолетовую (бурую) окраску, которая перед концом титрования переходит в интенсивно – синюю, а в конце титрования – серовато – зеленоватую. При небольшом избытке соли Мора жидкость приобретает ярко – зеленую окраску. До перехода бурой окраски в синюю соль Мора надо приливать небольшими порциями, а после появления синей окраски и до ее перехода в зеленую – по каплям, тщательно перемешивая раствор в том и другом случае.

7. Дифенилами прибавляют как индикатор, а фосфорная кислота, устраняя влияние ионов окисного железа, обуславливает резкий переход синей окраски в зеленую.

По окончании титрования отмечают и записывают число миллилитров соли Мора, пошедшей на титрование остатка хромовокислого калия.

При нагревании хромовокислого калия в серной кислоте в присутствии гумуса почвы происходит окисление последнего до CO_2 :



При титровании солью Мора избытка хромовокислого калия (не израсходованного на окисление гумуса) происходит реакция:



8. Устанавливают, сколько соли Мора идет на титрование 10 мл раствора хромовокислого калия в серной кислоте (холостое определение).

Содержание гумуса вычисляют по формуле:

$$A = \frac{(a - b) \cdot \text{KM} \cdot 100 \cdot 0,0010362 \cdot \text{KH}_2\text{O}}{C}$$

С

где :

A – содержание гумуса (в % массы сухой почвы);

a – содержание соли Мора, пошедшее на холостое титрование 10 мл хромовокислого калия (пункт 8);

b – количество соли Мора, пошедшее на титрование остатка хромовокислого калия (пункт 7);

KM – поправка к титру соли Мора;

0,0010362 – коэффициент пересчета на гумус, так как 1 мл 0,2 н. соли Мора соответствует указанному количеству гумуса;

KH₂O – Коэффициент гигроскопичности для пересчета на сухую почву;

C – Навеска воздушно – сухой почвы (в г.).

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется гумусом?

2. Какой состав гумуса?
3. Как определяется конец титрования?
4. Как происходит окисление последнего до CO_2 в присутствии гумуса, написать уравнение реакции.

Лабораторно-практическое занятие № 5

Тема: Определение гумуса в почве по методу И.В. Тюрина (в модификации В.Н. Симакова)

Цель: Определить состояние гумуса в почве методом И.В. Тюрина (в модификации В.Н. Симакова)

Пояснение к работе: Гумус - основная часть органического вещества почвы, полностью утратившая черты анатомического строения организмов. Содержание гумуса широко варьирует в верхних горизонтах различных почв: от 0,5-1% до 10-12% и более.

Метод основан на окислении углерода гумуса почвы хромовой смесью ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$) по схеме: $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2$; 3C (ГУМУСА) = 3CO , избыток хромовой смеси, оставшийся в растворе после окисления углерода перегноя, учитывают по количеству пошедшей на титрование соли Мора по уравнению: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{FeSO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O}$ По разности окислителя (биохромата калия) до и после окисления перегноя определяют количество окислителя, пошедшее на окисление углерода перегноя, а по углероду - содержание перегноя в процентах.

Ход анализа:

1. Из бумажного пакета, помещенного в коробочку с подготовленной для анализов почвой, взять навеску (почва просеяна через сито с отверстиями 0,25 мм). Величина навески, взятой на технических весах, зависит от предполагаемого количества гумуса в почве

2. Навеска почвы высыпается в коническую колбу емкостью 100 мл.

3. В колбу с почвой приливается строго из бюретки 10 мл 0,4н раствора хромовой смеси.

4. В горло колбы вставляется маленькая воронка в качестве холодильника, колба нагревается на электроплитке. Сначала появляются пузырьки CO_2 и через несколько минут начинается кипение. С момента кипения нагревание уменьшают (колбу приподнимают над плиткой) и кипятят еще 5 минут. Если к концу кипячения жидкость приобретает зеленую окраску (хромовой смеси прилито недостаточно), необходимо прилить еще 10 мл хромовой смеси и опять прокипятить 5 минут.

5. Колбу охлаждают, оставляя ее на несколько минут, затем прибавляют 5-10 капель 2%-ного раствора индикатора - фенилантрониловой кислоты - и титруют оставшуюся после окисления гумуса хромовую смесь 0,2н раствором соли Мора. При титровании темно-бурая окраска переходит сначала в фиолетовую, а затем в ярко-зеленую. Титрование заканчивают при появлении зеленой окраски.

6. Параллельно проводят холостое титрование. Для этого берут 10 мл хромовой смеси, добавляют 5-10 капель индикатора и оттитровывают 0,2н раствором соли Мора до появления зеленой окраски.

$$\text{Гумус, \%} = \frac{(A-B) \cdot 0,0010362 \cdot 100 \cdot K}{H}$$

A- количество соли Мора, пошедшее на холостое титрование 10 мл новой смеси

B- количество соли Мора, пошедшее на титрование остатка хромовой смеси

H- навеска воздушно-сухой почвы (г)

К- коэффициент пересчета на абсолютно-сухую почву.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте характеристику источникам органического вещества почвы.
2. Какие компоненты входят в состав органического вещества почвы?
3. Какие вещества относятся к гумусовым кислотам почвы?

Лабораторно-практическое занятие № 6

Тема: Определение гранулометрического состава почв полевыми и лабораторными методами

Цель занятия:

1. Определить гранулометрический состав почв полевыми методами.
2. Получить представление о сущности и порядке определения гранулометрического состава лабораторными методами; приобрести навыки в оценке гранулометрического состава почв полевыми методами и по данным лабораторных анализов.

Материалы и оборудование: Образцы почвы, просеянной через сито с отверстиями диаметром 1мм, мерные цилиндры на 50 и 100 мл, пипетки на 5 и 30 мл, стеклянные палочки, 1н. раствор CaCl₂ (по 5 мл и на каждое определение), вода.

Пояснение к работе: 1. Для определения гранулометрического состава почвы методом раскатывания влажной почвы в шнур образец почвы следует растереть в ступке, увлажнить и размять до тестообразного состояния. Взять массу почвы величиной в лесной орех на ладонь и раскатать в шнур толщиной примерно 3мм. Если шнур не образуется, то это песок; если получаются зачатки шнура – супесь; если шнур при раскатывании дробится – легкий суглинок. Если шнур сплошной, при свертывании в кольцо разламывается, то это средний суглинок; шнур сплошной, при свертывании в кольцо разламывается, то это средний суглинок; шнур сплошной, кольцо с трещинами – тяжелый суглинок; шнур сплошной, кольцо без трещин – глина.

Для определения гранулометрического состава почв в сухом состоянии пробу почвы следует растереть на ладони или между пальцами и по ощущению отнести ее к разновидности, соответствующей следующим признакам:

Глинистая почва – комки очень твердые, трудно растираются в порошок; при растирании на ладони образуется тонкоизмельченная масса, песчаные частицы не ощущаются;

Тяжелосуглинистая почва – комки с трудом раздавливаются между пальцами; при растирании на ладони преобладают глинистые частицы, ощущается небольшая примесь песчаных частиц;

Среднесуглинистая почва – комки раздавливаются между пальцами при значительном усилии; при растирании ощущается примерно одинаковое количество песка и глинистых частиц;

Легкосуглинистая почва – комки раздавливаются при небольшом усилии; при растирании почвы на ладони хорошо ощущаются песчаные частицы при значительном количестве глинистых частиц;

Супесчаная почва – комки легко раздавливаются; на ладони ощущаются в основном песок и глинистые частицы;

Песчаная почва – ощущается сыпучая песчаная масса, почти полностью состоящая из зерен песка.

В лаборатории студенты вначале должны потренироваться в определении гранулометрического состава по известным образцам почв из коллекции. Затем каждый студент должен определить гранулометрический состав по 4...6 контрольным коробочным образцам или монолитам почв. Результаты определения нужно записать по форме 6.

Определение гранулометрического состава почв полевыми методами

Номер образца	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Способ определения	Название разновидности почвы
---------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------------

Во время полевой практики студенты должны закрепить навыки в определении гранулометрического состава почв полевыми методами. Однако будущим специалистам в области землеустройства следует иметь представление и о лабораторных методах.

2. Студенты должны получить представление о сущности гранулометрического анализа почв по методу Н. А. Качинского. Это наиболее распространенный метод, но анализы занимают много времени, поэтому в средних специальных учебных заведениях их не проводят.

Почву разделяют на группы фракций механических элементов. По соотношению песчаной (1... 0,05 мм), крупнопылевой (0,05 ...0,01мм), пылевой (0,01...0,001 мм) и иловой (< 0,001мм) фракций в почве дается дополнительное название. Название преобладающей фракции ставят на последнее место. Например, название «суглинок средний пылеватый – иловатый» означает, что количество ила преобладает над фракцией пыли.

Для определения содержания скелетной части всю каменистую часть почвы (> 1мм) промывают водой, высушивают, взвешивают. Содержание скелетной части вычисляют в процентах к массе воздушно – сухой почвы.

Анализ мелкозема (< 1 мм) основан на скорости падения твердых частиц различного размера в спокойной воде. В почвах элементарные частички склеены в агрегаты, поэтому при анализе нужно предварительно разрушить агрегаты путем растирания, кипячения с водой, диспергирования пирофосфатом натрия.

Принцип метода состоит в том, что по истечении времени, необходимого для опускания частиц почвы того или иного размера ниже определенной глубины в воде, с этой глубины берут нужный объем суспензии почвы.

Почву, подготовленную к анализу, растирают с пирофосфатом натрия, доводят до состояния суспензии. Сливают суспензию через сито с отверстиями 0,25 мм цилиндр объемом 1л для анализа, доводят объем водой до 1л и определяют фракции пипеточным методом.

Оставшиеся на сите частицы размером 0,25...1мм собирают в предварительно взвешенную чашечку, воду выпаривают на плитке или водяной бане, высушивают чашечки и взвешивают. Разница в массе даст содержание частиц размером 0,25...1 мм во взятой навеске почв. Затем определяют частицы размером менее 0,05 мм взятием пипеткой определенного объема суспензии с той или иной глубины. Для этого суспензию взмучивают и оставляют цилиндр в покое на время, указанное в методике этого анализа. Затем берут определенный объем суспензии пипеткой, переносят в высушенную и взвешенную чашечку. Жидкость выпаривают, чашечку высушивают и взвешивают. Разность между массой чашечки с пробой и пустой дает массу частиц мельче 0,05 мм во взятом объеме. Содержимое цилиндра вновь взбалтывают и через промежуток времени, необходимый для определения частиц мельче 0,01 мм, опять берут пробу для частиц мельче 0,05 мм и, наконец, для частиц мельче 0,001 мм.

Содержание фракций, %:

$$X = \frac{100a * 100k}{bc}$$

Где 1000 – коэффициент для пересчета на весь объем цилиндра; а – масса фракции, найденная при анализе, г; 100 – коэффициент для пересчета на 100 г почвы; к– коэффициент для пересчета на сухую почву; b - объем пипетки, мл; c - навеска почвы, взятая для анализа, г.

Массу фракции нужного размера находят, вычитая из массы фракций с большим диаметром массу фракций с меньшим диаметром. Результаты анализа записывают в виде таблицы (форма 7).

Форма 7

Результаты определения гранулометрического состава почвы

очва или номер образ ца	Г лубина взятия образ ца, см	Количество фракций, % к сухой почве						Сум ма фракций	
		1 ...0,25 мм	0, 25...0,05 мм	0, 05...0,01 мм	0,0 1...0,005 мм	0,00 5...0,001 мм	0,001 мм	0,01 мм	0,01 мм

Наиболее простым и доступным считается метод М. М. Филатова, позволяющий быстро определить количество главных групп почвенных частиц – песка и глины, а по их соотношению выяснить разновидность почвы.

Образец почвы нужно растереть в ступке и просеять через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Оставшуюся на сите скелетную часть почвы взвесить и установить ее количество. Для определения содержания глины просеянную через сито почву нужно насыпать в мерный цилиндр объемом 50 мл, уплотняя легким постукиванием, пока объем почвы не станет равным 5мл. Затем в цилиндр прилить 30 мл. воды и 5 мл 1н. раствора CaCl₂ для коагуляции коллоидных частиц, тщательно перемешать. Долить воду до 50 мл и оставить на 30 мин для отстаивания. В это время объем почвы увеличивается. Прирост объема почвы нужно определить линейкой, приложив ее к верхней метке цилиндра. Результаты наблюдений записать по форме 8.

Форма 8

Определение содержания глины.

Взятый для определения	Объем почвы, мл		Содержание глины в почве, %
	Через 30 мин	Прирост	

Содержание глины (%) определяют по приросту объема почвы (мл):

Увеличение объема	Содержание глины	Увеличение объема	Содержание глины
4,00	90,7	1,75	39,6
3,75	85,1	1,50	34,0
3,50	79,4	1,25	29,3
3,25	73,7	1,00	22,7
3,00	67,0	0,75	17,0
2,75	62,9	0,50	11,3
2,50	56,7	0,25	5,7
2,25	51,0	0,12	2,7
2,00	45,4		

Для определения содержания песка почву, в которой определяли содержание глины, нужно насыпать в мерный цилиндр объемом 100 мл и довести объем почвы после уплотнения до 10 или 20 мл. прилить воду до отметки 100 мл, хорошо размешать стеклянной палочкой и дать отстояться в течение 1,5 мин. За это время частицы песка оседают на дно цилиндра; более мелкие частицы пыли и ила остаются во взвешенном состоянии в воде. Слить мутную воду и к осадку снова прилить воду до отметки 100 мл, хорошо перемешать и оставить отстаиваться в течение 1,5 мин, после чего мутную воду снова слить. Эту операцию нужно повторять до тех пор пока вода после отстаивания не станет совершенно прозрачной.

Затем измерить объем песка, считая каждый миллиметр равным 10% объема песка. Результаты наблюдений записать по форме 9.

Форма 9

Определение содержания песка

Объем почвы, мл		Содержание песка в почве, %
Взятый для определения	После промывания и отстаивания	

Содержание пыли в почве определяют, вычитая из 100% сумму содержания глины, песка и скелета(%).

Гранулометрический состав почвы можно определить по соотношению глины и песка. Если на 1 часть глины приходится 1...2 части песка, то это глинистая почва, если 3 части песка – тяжело – суглинистая, 4 – среднесуглинистая, 5...6 – легкосуглинистая, 7...10 – супесчаная, более 10 частей песка – песчаная почва.

Окончательные результаты анализа записать по форме 10.

Форма 10

Определение гранулометрического состава почвы методом М. М. Филатова

Образец почвы (номер, поле)	Содержание, %			Разновидность почв
	Глины	Песка	Пыли	

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое гранулометрический состав почвы?
2. Что означает понятие "механический элемент", "физиологический песок", "физиологическая глина"?
3. Значение гранулометрических состава почв?

Лабораторно-практическое занятие № 7

Тема: Определение водных свойств почвы.

Задание:

1. Определить количество гигроскопической воды в почве.
2. Определить максимальную гигроскопичность, влажность завядания и продуктивный запас влаги.
3. Определить капиллярную влагоемкость.
4. Определить полную влагоемкость.

Материалы и оборудование. Аналитические весы, стеклянные стаканчики с притертой крышкой, стеклянные трубки.

Пояснение к работе: Для определения количества гигроскопической воды стеклянный стаканчик с притертой крышкой нужно высушить до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 100...105°C, охладить в эксикаторе и взвесить на аналитических весах. В этом стаканчике следует отвесить на аналитических весах около 5 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями диаметром 1мм. Почву в стаканчике с открытой крышкой нужно высушить в сушильном шкафу до постоянной массы (около 3 ч). Затем стаканчик закрыть крышкой, охладить в эксикаторе и взвесить. После этого просушивание нужно повторить в течение 2 ч. Если масса стаканчика осталась постоянной, просушивание заканчивают. Если масса уменьшилась, почву снова нужно просушивать до тех пор, пока масса не станет постоянной. Содержание гигроскопической воды (%) вычисляют по формуле

$$A=100a/b,$$

где a - масса испарившейся воды, г; v – масса сухой почвы, г.

Коэффициент для пересчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на сухую $K=(100+A)/100$.

2. Для определения максимальной гигроскопичности в высушенный и взвешенный на аналитических весах стеклянный стаканчик отвесить около 10 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями диаметром 1мм.

Открытые стаканчики с почвой поставить в эксикатор, на дно которого налить насыщенный раствор сульфата калия (11...15г K_2SO_4 на 100 мл). Эксикатор плотно закрыть крышкой и оставить на 3...4 дня. Затем стаканчики вынуть из эксикатора, закрыть крышками, взвесить и снова поставить в эксикатор.

Последующие взвешивания нужно проводить через каждые 2...3 дня до тех пор, пока два последних взвешивания будут отличаться не более чем на тысячные доли грамма.

После насыщения почвы паробразной влагой стаканчики с почвой нужно высушить в сушильном шкафу при температуре 100...105°C до постоянной массы. Максимальную гигроскопичность вычисляют по той же формуле, что и содержание гигроскопической воды.

Студенты должны знать, что влага завядания недоступна растениям, а для определения продуктивной влажности V нужно из полевой влажности V_n вычесть влажность завядания.

Продуктивный запас влаги V (%) следует рассчитывать после определения капиллярной влагоемкости (КВ), условно приняв $КВ=V_n$;

$$V=V_n-VЗ,$$

где V_n – полевая влажность, %; $VЗ$ – влага завядания, %.

3. Для определения капиллярной влагоемкости нужно взять стеклянную трубку длиной 12...15см, диаметром 2,5...3см, дно завязать марлей, подложив под нее фильтровальную бумагу. Трубку взвесить на технических весах, после чего насыпать в нее сухую почву слоем высотой около 10см, предварительно размяв крупные агрегаты. Затем следует взвесить трубку с сухой почвой и поставить ее в большой стакан, на дно которого налит слой воды толщиной 1...1,5 см.

Вода начнет подниматься по почвенным капиллярам. После того как произойдет капиллярное насыщение до поверхности почвы, нужно вынуть трубку из стакана и взвесить трубку с влажной почвой.

Капиллярную влагоемкость (КВ) рассчитывают по той же формуле, что и содержание гигроскопической воды (a – масса воды, г).

4. Для определения полной влагоемкости трубку с почвой, которая служила для определения капиллярной влагоемкости, нужно поставить в большой стакан и налить в него воду выше уровня почвы в трубке. Вода в трубке будет подниматься по крупным порам. После того как на поверхности почвы появится пленка воды, следует вынуть трубку и взвесить.

Определить массу воды при полном насыщении почвы и рассчитать полную влагоемкость (ПВ) по той же формуле, что и капиллярную влагоемкость.

Вопросы для самоконтроля:

1. Основные водные свойства почвы?
2. Типы водного режима?
3. Что такое водопроницаемость?

Лабораторно-практическое занятие № 8

Тема: Изучение поглотительной способности и реакции почвы.

Цель занятия:

1. Определить емкость поглощения обменных катионов.
2. Определить сумму обменных оснований.
3. Определить гидрологическую кислотность по методу Г. Каппена.
4. Определить обменную кислотность.
5. Определить активную кислотность.
6. Определить рН почвы потенциометрическим методом.
7. Определить содержание обменного натрия.
8. Рассчитать дозу гипса для мелиорации салонцов.

Материалы и оборудование: Образцы почвы, фарфоровые чашки, колбы, воронки, пробирки, стаканчики, технические весы, потенциометр, пламенный фотометр.

Реактивы:

1) 1М раствор ацетата аммония: 77 где соли отвесить на технических весах, растворить в дистиллированной воде, объем довести до 1 л;

2) образцовый исходный раствор натрия: 2,922 где NaCl отвесить на аналогических весах, растворить в растворе 1 М ацетата аммония в мерной колбе на 1, раствором довести объем до метки. Полученный 0.05 н. раствор NaCl соответствует 100 ммоль натрия на 100 где почвы.

Пояснение к работе: 1. Емкость поглощения обменных катионов, т.е сумму всех обменных катионов 0,05 М раствором BaCl (рН 6,5). В карбонатных почвах предварительно разрушают карботаны 1%-ным раствором HCl. Легко растворимые соли предварительно промывают дистиллированной водой до отрицательной реакции на Cl и SO₂

Для проведения анализа нужно взять в небольшую фарфоровую чашечку 5-20 г сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Если почва богатая гумусом или глинистая, достаточно 5 г, если почва песчаная и малогумусная, берут 10-20г. Карбонатную почву нужно обратить в чашечке 1%-ным раствором HCl и профильтровать через плотный беззольный фильтр до полного разрушения карбонатов (обычно достаточно 150-200 мл раствора HCl). Полноту разрушения карбонатов можно определить по качественной пробе на кальций из фильтрата, стекающего с воронки. (Для того чтобы избежать всех операций по разрешению карбонатов, для анализа берут безкарбонатные почвы.) Почву после разрушения карбонатов или исходную навеску, если почва безкарбонатная, нужно обработать 0,05 М раствором BaCl декантацией. Постепенно всю почву из чашечки следует смыть на фильтр и обратить еще несколько раз 0,05 М раствором BaCl в таком количестве, чтобы он покрывал почву слоем толщиной около 1 см. При этой обработке все обменные катионы вытесняют из почвы и заменяются барием.

Обработку нужно вести до тех пор, пока рН исходного буфера и рН фильтрата не станут одинаковыми. Пробу в пробирках проводят с индикатором бромтимоловым синим. Окраска исходного раствора и фильтрата должна быть одинаковой.

Затем нужно определить количество бария, заместившего в почве обменные катионы. Для этого почву на фильтрате промыть дистиллированной водой до отрицательной реакции на хлор. Затем вытеснить поглощенный барий 0,5 -1М раствором HCl. Под воронку с почвой подставить колбу вместимостью 300-500 мл и промыть почву 0,5-1 М раствором HCl до отрицательной реакции на барий (проба в пробирке с 10% раствором H₂SO₄).

Полученный солянокислый раствор, содержащий весь барий, перенести в стакан, ударить до объема 100-150 мл, нагреть до кипения и осадить барий 5 мл кипящего 10% раствора H₂SO₄. Осадок отфильтровать через плотный беззольный фильтр (синяя лента), промыть осадок и стакан горячей водой до отрицательной реакции на SO₄ (проба в

пробирке с 10% раствором BaCl_2) и после просушивания прокалить в маленьком, предварительно прокаленном и взвешенном тигле.

Емкость поглощения (по количеству поглощенного бария) вычислить в миллимолях к сухой почве:

3. Для определения гидролитической кислотности по методу Г. Каппена на технических весах нужно взвесить 40 г воздушно - сухой почвы, перенести в колбу и взбалтывать ее в течение 15 мин со 100 мл 1 М раствора ацетата натрия. Раствор профильтровать через складчатый фильтр, взять пипеткой 50 мл прозрачного раствора и титровать 0,1 М раствором NaOH в присутствии 1...2 капель фенолфталеина до розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Гидролитическую кислотность в миллимолях на 100 г воздушно-сухой почвы вычислить по формуле:

$$H_r = 2 \cdot 100aM/c$$

где 2-коэффициент для пересчета титруемой пробы на весь объем (100:50); если для обработки почвы и для титрования взято иное количество раствора, коэффициент необходимо изменить; 100 – коэффициент для пересчета на 100 г почвы; а – количество раствора NaOH , затраченное на титрование, мл; М – молярная концентрация раствора NaOH ; с – навеска почвы, г.

При однократной обработке почвы раствором ацетата натрия вытесняется не весь водород, поэтому полученное значение гидролитической кислотности умножают на коэффициент 1,75 для введения поправки на неполноту вытеснения.

Зная емкость поглощения, гидролитическую кислотность и сумму обменных оснований, можно вычислить степень насыщенности почвы основаниями:

$$V = 100S/T$$

где S – сумма обменных оснований, ммоль; T – емкость поглощения, ммоль.

4. для определения обменной кислотности нужно взвесить 40 г сухой почвы, залить 100мл раствора KCl и взбалтывать в течение 15 мин. Затем раствор профильтровать и взять пипеткой 50 мл фильтрата. Добавить в него 1...2 капли фенолфталеина и титровать 0,1 М раствором NaOH до не исчезающей розовой окраски.

Обменную кислотность в миллимолях на 100 г воздушно-сухой почвы вычислить по той же формуле, что и гидролитическую кислотность.

Однократная обработка почвы раствором KCl не вытесняет весь обменный водород, поэтому значение обменной кислотности нужно умножить на коэффициент 1,75 для введения поправки на неполноту вытеснения обменного водорода.

5. Для определения активной кислотности нужно взвесить на технических весах 10 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями диаметром 1мм, перенести в колбу и прилить 50 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы встряхивать в течение 3 мин и профильтровать через плотный фильтр. Первые мутные порции фильтрата перенести обратно на фильтр. Взять 25 мл водной вытяжки, прибавить 1...2 капли фенолфталеина и титровать 0,02 М раствором NaOH до появления розовой окраски. Активную кислотность в миллимолях H^+ на 100 г воздушно-сухой почвы рассчитать по формуле:

$$X = 100aMv/(vc),$$

Где 100 – коэффициент для пересчета на 100 г почвы; а количество раствора NaOH , затраченное на титрование, мл; М – молярная концентрация раствора NaOH ; v – общее количество воды, взятой для приготовления водной вытяжки, мл; в – объем вытяжки, взятой для титрования, мл; с - навеска почвы, г.

6. для определения рН почвы потенциометрическим методом на технических весах нужно взвесить 8 г воздушно-сухой почвы, насыпать в стаканчик вместимостью 50 мл, прилить 20 мл дистиллированной воды. Для определения обменной кислотности в другой стаканчик поместить 8г почвы и прилить 20 мл 1 М раствора КСl. Содержимое стаканчиков перемешивать в течение 5 мин, дать отстояться и приступить к измерению рН на приборе. В начале проверить рН-метр по буквенному раствору. Ополоснуть электроды дистиллированной водой, снять капли воды фильтровальной бумагой и опустить электроды в испытуемый раствор. Сначала провести измерение приближенно в широком диапазоне (1...14рН) по нижней шкале прибора. Выбрать соответствующий узкий диапазон, установить в нужное положение переключатель диапазонов.

Переключатель «размах» из положения «15рН» перевести в положение «3рН» и взять отсчет значения рН по верхней шкале. Измеряемая величина рН будет равна начальному значению рН для данного диапазона (нижний предел измерения) плюс показания по верхней шкале прибора. Например, если «переключатель диапазонов» установлен в положение «5÷8», а стрелка прибора по верхней шкале дает цифру 1,42, то измеряемая величина рН составит 6,42 (5+1,42).

После каждого измерения электроды следует промывать дистиллированной водой и капли воды с электродов снимать фильтровальной бумагой.

7. Метод определения содержания обменного натрия основан на извлечении обменного натрия из ППК 1 М раствором ацетата аммония при соотношении почвы и раствора 1:20 и последующем определении натрия в вытяжке на пламенном фотометре.

Нужно отвесить 5 г почвы, поместить в колбу и прилить 100 мл 1 М раствора ацетата аммония, взбалтывать в течение 3 мин и оставить для взаимодействия на 18...20 ч. Затем суспензию отфильтровать и в фильтрате определить натрий на пламенном фотометре. При определении нужно использовать светофильтр, пропускающий аналитические линии натрия при длине волн 589,0 и 589,6 нм. Одновременно определить содержания натрия в водной вытяжке. Содержание обменного натрия найти по разности между количеством его в вытяжке ацетата аммония и водной вытяжке.

Содержание натрия найти по рабочей шкале образцовых растворов и выразить в молях на 100 г почвы.

Для приготовления рабочей шкалы в каждую из 10 мерных колб на 100 мл нужно отобрать количество исходного образцового раствора натрия, указанное в таблице 9.

9. Объемы исходного образцового раствора для калибровки пламенного фотометра при определении содержания натрия.

Показатель	Номер колбы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем исходного образцового раствора, мл	0	1	3	5	7	10	15	20	25	30
Содержание Na, моль/100 г почвы	0	1	3	5	7	10	15	20	25	30

Растворы в колбах нужно довести до метки раствором ацетата аммония и по показателем пламенного фотометра построить калибровочную кривую.

8. Обменный натрий является основной причиной отрицательных свойств солонцов, поэтому наиболее эффективное средство повышения плодородия солонцовых почв- замена натрия на кальций гипса.

Дозу гипса устанавливают по содержанию обменного натрия. Количество гипса (т, га), необходимое для замены избытка поглощенного натрия кальцием, определяют по формуле:

$$D_r = 0,086(Na - 0,05 T) N_p d_v,$$

где 0,086-значение 1 мг экв гипса, г; Na-содержание поглощенного натрия, мг экв/100 г почвы; T-емкость поглощения, мг экв/100 г почвы (0,05 T- при расчетах доз гипса допускают, что 5% натрия от емкости поглощения может оставаться в почве, так как такое количество не сказывается отрицательно на ее свойствах); N_p - глубина пахотного слоя, см; d_v - плотность солонцового горизонта, г/см³.

При определении суммы обменных оснований последние вытесняют водородом титрованного раствора соляной кислоты. По остатку кислоты определяют сумму обменных оснований.

Для проведения анализа на технических весах нужно взвесить 20 г сухой почвы, прилить 100 мл 0,1 М раствора соляной кислоты, взболтать и оставить на сутки. Раствор профильтровать через фильтр, перенося по возможности на него всю почву. Затем взять пипеткой 50 мл прозрачного фильтрата и титровать 0,1 М раствором NaOH в присутствии фенолфталеина до бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1-2 минут. Одновременно нужно провести холостое определение, титруя 50 мл 0,1 М раствора HCl 0,1 М раствором NaOH. Сумму обменных оснований в миллимолях на 100 где воздушно -сухой почвы вычислить по формуле

Вопросы для самоконтроля:

1. На чем основан принцип метода определения легкогидролизующего азота методом Тюрина?
2. Для каких почв определяют подвижный фосфор методом Кирсанова?
3. Как определяется фосфор для черноземных почв методом Тюрина?

Лабораторно-практическое занятие № 9-10

Тема: Определение легкогидролизующего азота методом И.В. Тюрина и М.М. Коноловой.

Цель занятия:

1. Определить легкогидролизующий азот методом И.В. Тюрика и М.М. Коноловой.

Реактивы, оборудования: Раствор 0,5 н H₂SO₄, весы, почва 20г, колбы 200-250мл, пипетки, плитки, раствор Cr₂O₃ или 20% раствор K₂Cr₂O₇

Пояснение к работе: Принцип метода основан на гидролизе азотсодержащих органических соединений. Почвы 0,5 н. H₂SO₄ на холоде. При этом в раствор, помимо аммиачного и амидного азота органических соединений, переходит азот нитратов и аммиака. После обработки 0,5 н. H₂SO₄ в аликвотной части фильтрата восстанавливают азот нитратов и органических соединений (амидный и аминный), переводя его в форму аммиака с последующим определением последнего по Кьельдалю.

Ход анализа: 1. На технохимических весах берут навеску в 20г воздушно - сухой почвы, просеянной через сито в 1мм, и переносят ее в колбу на 200-250мл.

2. приливают в колбу с навеской почвы 100мл 0,5 н. H₂SO₄ и тщательного трехминутного взбалтывания оставляют на ночь (на 16-18 часов).

3. фильтруют вытяжку через сухой фильтр в сухую колбу.

4. берут пипеткой 25-50 мл прозрачного фильтрата в коническую колбу на 100 мл и затем для восстановления нитратов до аммиака прибавляют 0,5 г смеси цинковой пыли с восстановленным железом (9:1). Нагревают раствор на этернитовой плитке до кипения и полного растворения прибавленной смеси. При нагревании колбу закрывают воронкой.

5. дают колбе остыть и добавляют 5 мл концентрированной серной кислоты (плотность 1,84), выпаривают раствор до появления паров SO₂ и побурения остатка.

б. для перевода азота гидролизированных органических соединений (амидного и аминного) в аммиачную форму к остатку прибавляют 2,5 мл 25%-ного раствора Cr_2O_3 или 20%-ного раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, тщательно перемешивают, закрывают колбу маленькой воронкой и нагревают раствор на этернитовой алитке до появления белых паров SO_2 . С этого момента кипятят 10 минут, после чего колбу охлаждают и затем содержимое переносят в прибор Кьельдаля и отгоняют аммиак.

Расчет содержания азота ведут по формуле:

$$N = ((a-b) \cdot V \cdot 0.28 \cdot 100) / C \cdot V_1$$

Где N- содержание азота (в мг на 100 г почвы)

A-количество мл 0, 02 н .раствора H_2SO_4 взятое для поглощения аммиака

b- Количество мл 0, 02 н раствора H_2SO_4 , оставшегося после поглощения аммиака

V-общий объем вытяжки, мл

0.28-коэффициент расчета на мг азота (1мл 0,02 н раствора H_2SO_4 соответствует 0,28 мг азота)

V₁-объем вытяжки, взятой на определение, мл

C-навеска почвы взятая на определение

100-коэффициент перерасчета на 100г почвы.

При расчетах необходимо учитывать титры H_2SO_4 и NaOH , а также вводить поправку на холостое определение.

Вопросы для самопроверки:

1. На чем основан принцип метода определения легкогидролизуемого азота методом Тюрина ?
2. Для каких почв определяют подвижный фосфор методом Кирсанова?
3. Как определяется фосфор для гериеземных почв методом

Лабораторно-практическое занятие № 11-12

Тема: Определение подвижных соединений фосфора и калия в почве методом Мачигина модификации ЦИНАО

Цель занятия:

1. Определение подвижных соединения фосфора в почве методом Мачигина.
2. Определить подвижные соединения калия в почве методом Мачигина.

Материалы и оборудование: Раствор углекислого аммония концентрации $10 \text{ г} / \text{дм}^3$ с $\text{pH} = 9,0$, весы, дистиллированная H_2O , мерная колба на 100 см^3 , почва, раствор соляной кислоты, пипетки.

Пояснение к работе: Приготовление экстрагирующего раствора - раствора углекислого аммония концентрации $10 \text{ г} / \text{дм}^3$ с $\text{pH} = 9,0$.

Для приготовления 1 дм^3 раствора взвешивают $(10,0 \pm 0,1)$ г углекислого аммония, растворяют его в воде и доводят объем до 1 дм^3 .

Если раствор готовят из кислого углекислого аммония и аммиака, предварительно уточняют концентрацию водного раствора аммиака. Для этого 1 см^3 водного аммиака разбавляют водой в мерной колбе до 100 см^3 . Отбирают 20 см^3 приготовленного раствора в коническую колбу, прибавляют 2 капли метилового оранжевого и титруют раствором соляной кислоты концентрации с $(\text{HCL}) = 0,1 \text{ моль} / \text{дм}^3$ до перехода желтой окраски в оранжевую. Молярную концентрацию раствора аммиака (с). $\text{моль} / \text{дм}^3$. вычисляют по уравнению.

$$c = \frac{c^1 \cdot V \cdot 100}{V_1}$$

где c_1 - концентрация раствора соляной кислоты $\text{моль} / \text{дм}^3$;

V - объем раствора соляной кислоты, израсходованный на титрование, см³;

V1 - объем раствора аммиака, отобранный для титрования, см³;

100 - коэффициент разделения водного раствора аммиака перед титрованием.

Для приготовления 1дм³ экстрагирующего раствора взвешивают (8,22±0,01) г кислого углекислого аммония, прибавляют 107, 2 моль аммиака в виде водного раствора и доводят объем до метки водой.

Приготовленный экстрагирующий раствор тщательно перемешивают и измеряют его рН. Если рН<9,0 - к раствору прибавляют водный аммиак, рН >9,0 - прибавляют углекислый аммоний или кислый углекислый аммоний. После установления требуемого значения рН титрование проверяют концентрацию углекислого аммония в растворе. Для этого в три конические колбы отбирают по 5 см³ приготовленного раствора, прибавляют по 50 см³ воды, 2 капли метилового оранжевого и титруют раствором соляной кислоты концентрации с (НСІ) = 0,1 моль/дм³ до перехода желтой окраски в оранжевую. Для вычисления используют среднее арифметическое значение результатов трех титрований. Допускается использования раствора углекислого аммония концентрации (0,198-0,202)моль/дм³. Если концентрация приготовленного раствора выше заданной, добавляют дистиллированную воду. Если концентрация ниже заданной, добавляют углекислый аммоний и аммиак. Затем снова измеряют рН и проверяют концентрацию титрованием. Процесс повторяют до установления требуемых значений рН и концентрации. Приготовление смеси растворов серной кислоты и марганцовокислого калия.

Растворы серной кислоты с массовой долей 30% и марганцовокислого калия концентрации 17,5г/дм³ смешивают в отношении 1:2,5.

Раствор готовят в день проведения анализа. Приготовление окрашивающего раствора для определения фосфора с окислением органического вещества

Приготовление реактива А

(6,0±0,1) г молибденовокислого аммония и (0,15±0,01)г сурьмановиннокислого калия растворяют соответственно в 200 и 100см³ воды при слабом нагревании. Охлажденные растворы приливают к 500см³ раствора серной кислоты концентрации с(¹/₂H₂SO₄) = 5 моль/дм³ и доводят объем водой до 1дм³.

Раствор хранят в склянке из темного стекла.

Приготовление реактива Б

(2,5±0,1) г аскорбиновой кислоты растворяют в 220 см³ реактива А, приготовленного по п. 3.3.1, и доводят объем водой до 1дм³.

Раствор готовят в день проведения анализа.

Приготовление окрашивающего раствора для определения фосфора окисления органического вещества.

Приготовление реактива А

(6,0±0,1) г молибденовокислого аммония и (0,15±0,01)г сурьмановиннокислого калия растворяют соответственно в 200 и 100см³ воды при слабом нагревании. Охлажденные растворы приливают к 500см³ раствора серной кислоты концентрации с(¹/₂H₂SO₄) = 6 моль/дм³ и доводят объем водой до 1дм³.

Раствор хранят в склянке из темного стекла.

Приготовление реактива Б

(1,20±0,01)г аскорбиновой кислоты растворяют в 220 см³ реактива А, приготовленного по п. 3.4.1, и доводят объем водой до 1дм³.

Раствор готовят в день проведения анализа.

Приготовление раствора с концентрацией Р₂О₅ 0,1 г/дм³ и К₂О 0,5 г/дм³ (0,192±0,001) г однозамещенного фосфорнокислого калия и (0,686±0,001) г хлористого калия помещают в мерную колбу вместимостью 1дм³ и растворяют в экстрагирующем растворе, доводя объем до метки.

Раствор хранят не более 3 мес.

Приготовление серии растворов сравнения

В мерные колбы вместимостью 250 см³ помещают указанные в табл. 1 объемы раствора, приготовленного по п. 3.5. Объемы растворов доводят до метки экстрагирующим раствором

Таблица 1

Характеристика раствора	Номер раствора сравнения						
Объем раствора приготовленного по п. 3.5. см ³	0	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10
Концентрация P ₂ O ₅ в растворах сравнения, г/дм ³	0	0,0004	0,0008	0,0012	0,002	0,003	0,004
Массовая доля P ₂ O ₅ в почве, млн	0	8,0	16	24	40	60	80
Концентрации K ₂ O в растворах сравнения, г/дм ³	0	0,002	0,004	0,006	0,010	0,015	0,020
Массовая доля K ₂ O в почве, млн	0	40	80	120	200	300	400

Растворы хранят не более 15 дней.

2. Проведение анализа

Приготовление вытяжки из почвы.

Пробы почвы массой (5,0±0,1) г помещают в конические колбы или технологические емкости. К пробам приливают по 100 см³ экстрагирующего раствора. Почву с раствором перемешивают в течении 5 мин и оставляют на 18-20 ч при температуре (25±2) °С. Затем суспензии взбалтывают вручную и фильтруют через бумажные фильтры.

Определение фосфора.

Окрашивание растворов при определении фосфора с окислением органического вещества.

Отбирают по 15 см³ растворов сравнения в вытяжек в конические колбы или пробирки из термостойкого стекла. К пробам прибавляют по 2см³ смеси серной кислоты и марганцовокислого калия и кипятят растворы в течение 2 мин с момента полного закипания. После охлаждения прибавляют по 36 см³ реактива Б.

Окрашивание растворов при определении фосфора без окисления органического вещества.

Отбирают по 15 см³ растворов сравнения и вытяжек. К пробам прибавляют по 35 см³ реактива Б, приготовленного по п. 3.4.2.

Фотометрирование растворов.

Окрашенные растворы фотометрируют не ранее чем через 10 мин не позднее чем через 2,5 ч после прибавления реактива Б. Фотометрирование проводят в кювете с толщиной просвечиваемого слоя 1,5 - 2 см относительно раствора сравнения N 1 при длине волны 710 нм или используя красный светофильтр с максимумом пропускания в области 600-700нм.

Определение калия.

Калий определяют на пламенном фотометре, используя светофильтр с максимумом пропускания в области 766 - 770 нм.

3. Обработка результатов

Содержание P₂O₅ и K₂O в почве определяют непосредственно по градуировочному графику. Построение градуировочного графика - по ГОСТ 29269.

Допускаемые относительные отклонения от аттестованного значения стандартного образца для двусторонней доверительной вероятности P=0,95 при определении P₂O₅ указаны в табл. 2.

Допускаемые относительные отклонения от аттестованного значения стандартного образца для двусторонней доверительной вероятности $P=0,95$ при определении K_2O составляют 10%.

Таблица 2

Массовая доля P_2O_5 в почве, млн ⁻¹	Допускаемые отклонения
До 15	30
Сп 15 до 30	20
>30	15

Вопросы для самопроверки:

1. На чем основан принцип метода определения легкогидралуэуемого азота методом Тюрина ?
2. Для каких почв определяют подвижный фосфор методом Кирсанова?
3. Как определяется фосфор для черноземных почв метод Тюрина?

Лабораторно-практическое занятие № 13

Тема: Определение обменного калия в почве.

Цель занятия: Определить обменный калий в почве .

Реактивы, оборудования: Раствор калия 1,0н, раствор уксуснокислого аммония, пламенный фотометр.

Материалы и оборудование: Валовое содержание калия в почве колеблется от 1-2,5%. Легкорастворимые соединения калия составляют 0,5-102% от валового количества. Часть обменного калия усваивается растениями, однако степень усвояемости его не превышает 10%. В значительной степени усвояем водорастворимый калий, содержание которого 0,5-1,2мг на 1 г. однако растения могут удовлетворять потребность в калии за счет водорастворимого не более чем на 10%.

При крупномасштабном обследовании почв и последующем исследовании их свойства определяют легко растворимые соединения калия (обменные формы). В некарбонатных почвах калий определяют в вытяжке 1н. CH_2COONH_4 , в карбонатных- в вытяжке 0,2 н. $(NH_4)_2CO_3$.

Метод основан на извлечении калия из почвы 1,0 н. раствором уксуснокислого аммония с последующим определением его на пламенном фотометре. Метод применим для многих почв, а использование пламенного фотометра делает его пригодным при проведении массовых анализов. К недостаткам метода можно отнести слабую разработанность прогноза эффективности удобрений по результатам анализа применительно к различным типам почв.

Ход анализа. 1. Отвешивают на технохимических весах 20г. воздушно-сухой почвы, просеянной через сито в 1мм.

2. Переносят почву в бутылку на 500мл, приливают 200мл. 1н. раствора CH_3COONH_4 , взбалтывают на ротаторе 1 час.

3. Отфильтровывают вытяжку и определяют содержание калия на пламенном фотометре.

4. Количество K_2O , найденное на градуированной кривой, соответствует его содержанию в 100г почвы.

Вопросы для самопроверки:

1. Сколько % содержится в почве валового калия? Легкорастворимого соединения калия?

2. Как удовлетворяется потребность Калия для растения?
3. Как определяется в некарбонатных почвах калий?

Лабораторно-практическое занятие № 14

Тема: Определение кислотности почвы потенциометрическим методом

Цель занятия: Определить кислотности почвы потенциометрическим методом.

Материалы и Оборудование:

1. Подготовить почву или суспензию для измерения.
2. Подготовить приборы для измерения.
3. Подготовить электроды для измерения.

Материалы и оборудование: Потенциометрический метод определения рН основан на измерении электродвижущей силы (ЭДС), возникающей при опускании в почвенную суспензию, в водную или солевую вытяжку двух разных электродов (измерительного и электрода сравнения). Потенциал электрода сравнения не зависит от рН испытуемого раствора. Потенциал измерительного электрода связан с рН раствора или почвы и определяется им. В качестве электродов сравнения чаще используют хлорсеребряные электроды и каломельные электроды, в качестве измерительных – платиновые и стеклянные электроды. Стеклянные электроды обладают преимуществами перед другими электродами при измерении рН – на точность определения не оказывает влияния наличие в растворе окислителей, восстановителей, коллоидных веществ, тяжелых металлов. Измерения можно проводить в широком диапазоне значений рН. Рабочей частью стеклянного электрода является стеклянная мембрана. При измерении рН между мембраной и раствором (суспензией) возникает разность потенциалов, величина которой зависит от активности ионов водорода в растворе. По разности потенциалов на стеклянном электроде и электроде сравнения определяют рН. Применяемые в практике приборы откалиброваны в единицах рН и ОВП (окислительно-восстановительного потенциала). Детальное описание и схема устройства их даны в прилагаемой к каждому прибору инструкции. Для определения рН необходимо проделать следующее: 1) подготовить почву или суспензию для измерения; 2) подготовить прибор для измерения; 3) подготовить электроды для измерения. При подготовке электродов их вымачивают в 0,1 н. НСІ 5-7 суток по установления постоянного потенциала асимметрия. Перед опусканием в суспензию электроды тщательно обмывают дистиллированной водой. Для подготовки прибора для измерения следует после включения его в сеть и подключения электродов установить изопотенциальную точку, соответствующую применяемому электроду, температурную компенсацию, настроить прибор по буферным растворам. рН определяют в почве, суспензии и в различных вытяжках (чаще в водной и в вытяжке 1 н. КСІ) зонтов принято соотношение почва: вода (или раствор 1 н. КСІ) 1:5; в торфяных почвах и в лесных подстилках – 1:25. Необходимо учитывать, что с разбавлением раствора он чаще подщелачивается, а из щелочных – слабо подкисляется. Изменение температуры раствора при отсутствии компенсации на температуру также ведет к изменению рН. Малобуферные растворы следует тщательно перемешивать при определении рН в связи с подщелачиванием прилегающего к стеклянному электроду слоя, иначе рН получается более щелочным.

Определение гидролитической кислотности

Определение гидролитической кислотности основано на том, что при взаимодействии раствора CH_3COONa с почвой образуется уксусная кислота, которая отцифровывается щелочью. По количеству миллилитров щелочи, пошедшей на титрование, и судят о величине гидролитической кислотности.

Ход анализа. 1. На технохимических весах отвешивают 20 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито в 1 мм, и высыпают в колбу на 200 мл.

2. Приливают к почве 50 мл 1,0 н.раствора CH_3COONa , взбалтывают содержимое колбы на приборе для взбалтывания в течение 1 часа.

Часовое взбалтывание можно заменить пятиминутным взбалтыванием рукой с последующим отстаиванием суспензии в течение суток.

3.Суспензию отфильтровывают через сухой складчатый фильтр. Перед фильтрованием жидкость хорошо взбалтывают, на фильтр переносят и почву. Если фильтрат окажется мутным, его следует снова профильтровать через тот же фильтр.

4.Отбирают пипеткой 25 мл прозрачного фильтрата и переносят в коническую колбу на 100 мл.

5.Прибавляют 1-2 капли фенолфталеина и оттитровывают фильтрат без подогревания 0,1 н. раствором NaOH до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты

Вопросы для самопроверки:

1. В чем отличие гидролитической кислотности от актуальной?
2. Что влияет на кислотность почвы?
3. Что снижает кислотность почвы?

Лабораторно-практическое занятие № 15

Тема: Анализ строения профиля ведущих типов почв с агрохимической и агропроизводственной характеристикой почв по образцам и монолитам.

Цель занятия:

1. Описать и определить почвы таежно-лесной зоны.
2. Изучить и описать серые лесные почвы и черноземы.
3. Описать каштановые и бурые полупустынные почвы.
4. Описать солончаки, солонцы и солоды.

Материалы и оборудование: Рабочая тетрадь, лупа, фарфоровая чашка, миллиметровая бумага, нож, пинцет, вода, капельница с 10%-ным раствором HCl , набор демонстрационных коллекций почвенных образцов, монолиты почв, почвенный атлас, таблицы результатов физических, химических и физико-химических анализов почв.

Ход выполнения работы. 1. Вначале следует ознакомиться с природными условиями таежно-лесной зоны, географическим распространением и генезисом глееподзолистых, подзолистых, дерново-подзолистых и дерновых почв по учебникам, почвенным атласам, лабораторному практикуму.

Затем нужно определить по коробочным образцам и монолитам морфологические признаки почв(строение почвы, мощность почвы и отдельных горизонтов, окраска, гранулометрический состав, структура, сложение, новообразования и включения). Описание нужно проводить последовательно по всем генетическим горизонтам; указывать характер границ между горизонтами, все данные записывать в тетрадь.

Необходимо зарисовать почвенный профиль цветными карандашами; для более полного описания морфологических признаков взять мазки почвы. Влажную почву, взятую из различных генетических горизонтов на кончик ножа, нужно нанести на бланк или на страницу тетради, расположив в виде колонки. Для этого с левой стороны отделить примерно треть страницы. Рядом с зарисовкой следует указать индексы генетических горизонтов.

Изучение морфологических признаков нужно закончить составлением морфологического описания с определением типа, подтипа, вида и разновидности почвы. Затем следует изучить результаты физических, химических и физико-химических анализов почвы, объяснив генетический смысл анализов, и оценить их в агрономическом отношении.

В рабочей тетради нужно отметить содержание гумуса и компонентов алюмосиликатной части (SiO_2 и R_2O_3), pH, состав и содержание поглощенных оснований, илистой фракции и распространение их по профилю, что позволяет подтвердить название почвы.

В заключение нужно дать агрохимическую и агропроизводственную характеристику, определив важные для сельского хозяйства свойства почв (мощность гумусового слоя и гумусированность, гранулометрический состав, окультуренность, сложение почв, глубина залегания и качество грунтовых вод, pH солевой вытяжки, поглощенные основания и др.). Для подзолистых и дерново-подзолистых почв важны также следующие характеристики: степень оподзоленности и заболоченности, мощность подзолистого горизонта и глубина залегания его, гидролитическая кислотность, каменистость.

2. Изучить и описать морфологические свойства серых лесных почв и черноземов по коробочным образцам и монолитам.

В рабочей тетради зарисовать в цвете профили зональных почв (светло-серых, темно-серых лесных; черноземов оподзоленных, выщелоченных, типичных, обыкновенных и южных).

Охарактеризовать свойства почв и сделать выводы об их использовании (форма 11).

Кратко описать мероприятия по рациональному использованию почв.

Форма 11

Характеристика типов и подтипов почв лесостепи и степи

Почвы	pH	Содержание гумуса, %	Емкость поглощения	Содержание поглощенных оснований				Степень насыщенности основаниями, %	Запас гумуса, т/га
				H^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+		

Светло-серые лесные

Серые лесные

Чернозем:

- Оподзоленный
- Выщелоченный
- Типичный
- Обыкновенный
- Южный

3. При описании каштановых и бурых полупустынных почв в рабочей тетради сделать цветные зарисовки профилей светло-каштановых, каштановых, темно-каштановых сухостепных и бурых полупустынных почв по монолитам, используя почвенный атлас. Описать морфологические свойства почв. Кратко описать мероприятия по рациональному использованию почв.

4. При описании солончаков, солонцов и солодей провести морфологический анализ по коробочным образцам и монолитам. В рабочей тетради сделать соответствующие записи и зарисовки.

Изучить результаты анализов водных вытяжек по данным преподавателем таблицам.

Описать мероприятия по использованию солончаков, солонцов и солодей.

Вопросы для самопроверки:

1. Что называется морфологическими признаками почв? перечислить их и дать характеристику?
2. На какие подтипы, роды, виды делятся черноземные почвы?
3. Какие официальные группы подтипов черноземов знаете?

6 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

1. Почвы горных областей. Условия почвообразования. Почвы отдельных горных областей
2. Особенности с/х использование. Классификация и эродированных почв. Черноземные почвы
3. Каштановые почвы. Серземы. Мероприятия по защите почв от эрозии
4. Организационно хозяйственные мероприятия. Агротехнические мероприятия. Лесомелиоративные мероприятия.
5. Гидротехнические мероприятия. Земельные ресурсы и их использование. Классификация земель.
6. Состояние земельных ресурсов. Принципы рационального использование земель. Почвенные карты и их картограммы.
7. Виды почвенных карт и картограмм Агропроизводственная группировка почв и земель. Использование почвенных карт и картограмм в сельскохозяйственном производстве.
8. Использование материалов почвенных исследований при землеустройстве. Использование почвенных карт и картограмм при применении удобрений и известковании почв. Использование почвенных карт при разработке приемов обработки почв.
9. Материалы почвенных исследований и выбор участков под сады. Использование материалов почвенных исследований для осушения почв. Использование материалов почвенных исследований для орошения земель.
10. Качественная оценка (бонитировка) почв. Бонитировка почв и ее производственное значение. Методика и показатели бонитировки почв.
11. Экономическая оценка земель. Агроэкологическая характеристика и охрана почв. Экологические функции почвы.
12. Агроэкологическая характеристика земель. Охрана почв. Мониторинг земель. Цель и задача мониторинга земель.
13. Содержания, структура и основные принципы ведение мониторинга земель. Концепция государственного мониторинга земель РК. Законодательная и нормативно-правовая база организации и ведения государственного мониторинга.
14. Формирование системы мониторинга земель. Современная состояние пахотных земель черноземных почв Акмолинской области. Характеристика земельного фонда и его использование.
15. Динамика плодородия черноземных почв Акмолинской области. Ведение мониторинга зарубежом. Виды мониторинга.

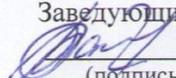
Ф.4.02-06

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НАО «КОКШЕТАУСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Ш.УАЛИХАНОВА»

УТВЕРЖДЕНО

Решением заседания кафедры
«Сельского хозяйства и
биоресурсов»

Заведующий кафедрой

 Шегенов С.Т.
(подпись)

Материалы итогового контроля

По дисциплине «Почвоведение»

Образовательная программа 6В08101 «Агрономия»

Курс - 2, семестр 3,

6В05201 «Экология»

Курс -3, семестр 5

Форма обучения – очная

«27» октября 2022 г. Протокол № 3

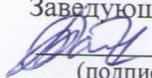
Рассмотрено Советом по АК агротехнического института/высшей школы

«28» октября 2022 г. Протокол № 2

Кокшетау

УТВЕРЖДЕНО

Решением заседания кафедры
«Сельского хозяйства и
биоресурсов»

Заведующий кафедрой
 Шегенов С.Т.
(подпись)

ПЕРЕЧЕНЬ

экзаменационных вопросов
по дисциплине «Почвоведение»
образовательная программа 6В08101 «Агрономия»,
6В05201 «Экология»

Вопросы к модулю 1:

1. Объясните, что изучает предмет почвоведение. Дайте характеристику взаимосвязи почвоведения с другими науками.
2. Перечислите и охарактеризуйте основные периоды развития почвоведения.
3. Назовите Казахских ученых, которые внесли большой вклад в развитие почвоведения.
4. Опишите, какое определение почвы дали Российские ученые: Докучаев, Костычев, Сибирцев, Вернадский, Гедройц.
5. Перечислите этапы становления и развития науки о почвах и охарактеризуйте их.
6. Опишите, когда начался почвообразовательный процесс на поверхности Земли. Какие изменения произошли под его влиянием.
7. Объясните, какие главные изменения произошли в материнских породах при превращении их в почву.
8. Назовите, что такое малый биологический и большой геологический круговороты веществ в природе, охарактеризуйте его.
9. Перечислите факторы почвообразования, какое влияние оказывает каждый фактор почвообразования на почвенные процессы, состав и свойства почв.
10. Расскажите характеристику экологических функций почвы.
11. Какие главные задачи решает почвоведение на современном этапе?

Вопросы к модулю 2:

12. Перечислите, какие элементы преобладают в почвах и почему, дайте характеристику им.
13. Перечислите формы соединения азота, фосфора и калия в почвах, охарактеризуйте их.
14. Запишите понятие почвенно-гидрологических констант, перечислите основные из них, дайте им характеристику.
15. Опишите, как охарактеризовать почвы по содержанию минерального азота и использовать эти показатели в агрохимических целях.
16. Объясните как использовать градации почв по содержанию подвижного фосфора и обменного калия.

17. Назовите, какова роль микроэлементов в жизни растений, животных и человека. Охарактеризуйте ее.
18. Расскажите, как использовать в агрономической, экологической практике показатели содержания в почвах подвижных микроэлементов, охарактеризуйте их.
19. Расскажите о происхождении, составе, строении и основных свойствах почвенных коллоидов.
20. Перечислите виды поглотительной способности, охарактеризуйте каждую из них.
21. Опишите свойства химической поглотительной способности, каково ее значение для почв, охарактеризуйте ее.
22. Расскажите сущность и основные закономерности физико-химической или обменной поглотительной способности почв, охарактеризуйте ее.
23. Объясните, что такое емкость поглощения, емкость катионного обмена, сумму обменных оснований и степень насыщенности основаниями.
24. Перечислите емкость катионного обмена и состав обменных катионов в основных типах почв Северного Казахстана.
25. Расскажите и раскройте сущность видов почвенной кислотности и щелочности, буферности почв.
26. Дайте характеристику окраске и структуре почв.
27. Объясните роль поглотительной способности и состава обменно-поглощенных катионов в плодородии почв.
28. Назовите приемы для регулирования катионного состава почвенно-поглощающего комплекса. Дайте характеристику им.
29. Расскажите, как появляется заряд почвенных коллоидов и что собой представляют ацидоиды, базоиды, аморолитоиды. Дайте им характеристику.
30. Опишите процессы, определяющие образование структуры и ее утрату, назовите процессы и приемы восстановления структуры почв.
31. Определите роль структуры почвы в формировании ее свойств, режимов и плодородия. Охарактеризуйте их.
32. Назовите основные источники органического вещества почвы?

Вопросы к модулю 3:

33. Перечислите примеры регулирования общих физических и физико-механических свойств почвы. Охарактеризуйте их.
34. Перечислите общие физические свойства почв, дайте им характеристику, как влияют на почвообразовательный процесс.
35. Опишите физико-механические свойства почв, дайте им характеристику.
36. Дайте характеристику сложения, новообразования и включения, опишите их.
37. Перечислите физико-механические свойства почв, дайте им определение и укажите их зависимость от состава почвы и других факторов.
38. Расскажите о влиянии физико-механических свойств на экологическую оценку почв.
39. Дайте характеристику гранулометрического состава почв, опишите его.
40. Опишите мощность почвы и отдельных ее горизонтов, дайте им характеристику.
41. Объясните, что называется морфологическими признаками почв, дайте характеристику строению почвенного профиля.
42. Опишите основные морфологические и аналитические показатели диагностики почв.

Вопросы к модулю 4:

43. Расскажите, что такое почвенные растворы, каково их значение и за счет чего они формируются.
44. Опишите почвенные растворы по концентрации к ионному составу. Почему эти показатели динамичны?
45. Запишите свойства, которыми обладают почвенные растворы, дайте им характеристику.
46. Перечислите отличия в концентрации, составе и свойствах растворов разных типов почв Северного Казахстана.
47. Опишите влияние сельскохозяйственных культур на состав почвенных растворов, дайте им характеристику.
48. Приведите примеры регуляции концентрации, состава и свойств почвенных растворов, дайте им характеристику.
49. Перечислите категории (формы) воды в почве, назовите какова их прочность связи и доступность растениям, охарактеризуйте их.
50. Расскажите, что называется продуктивной влагой, охарактеризуйте ее.
51. Перечислите водные свойства почв, дайте каждому из них характеристику.
52. Объясните, как водный режим влияет на рост и развитие сельскохозяйственных культур.
53. Перечислите типы водного режима и приемы их регулирования, дайте им характеристику.
54. Расскажите, что такое почвенный воздух, в каком состоянии воздух находится в почве.
55. Расскажите понятие почвенного воздуха, назовите его главный состав.
56. Опишите значение почвенного воздуха в жизни почвы и продуктивности растений.
57. Объясните определение газообмена и факторы, которые его определяют, охарактеризуйте их.
58. Перечислите и охарактеризуйте воздушные свойства почвы.
59. Вспомните, что такое воздушный режим и охарактеризуйте приемы его оптимизации.
60. Перечислите тепловые свойства почвы, дайте им характеристику и агрономическую оценку.
61. Опишите характеристику типов температурных режимов и как они влияют на почву.
62. Приведите примеры агрономических приемов, которыми осуществляют регулирование температурного режима почв.

Вопросы к модулю 5:

63. Перечислите виды эрозии почв, охарактеризуйте их.
64. Опишите вред, причиняемый водной эрозией и его регулирование.
65. Опишите условия, определяющие развитие эрозии. Охарактеризуйте их.
66. Объясните, что такое дефляция почв, как она проявляется.
67. Перечислите классификацию и диагностику эродированных почв, охарактеризуйте их.
68. Назовите мероприятия по защите почв от эрозии, дайте им характеристику.
69. Расскажите требования основных сельскохозяйственных культур к почвенным условиям.
70. Назовите основные явления, связанные с потерями продуктивности земель и их плодородия, главные пути их устранения.

71. Расскажите о сущности плодородия почв, перечислите виды плодородия, дайте им характеристику.
72. Приведите примеры проявления плодородия, влияющего на состав, свойства и режим почв.
73. Определите, что такое «культурный» (антропогенный) процесс почвообразования, каковы положительные и негативные стороны влияния на плодородие почв.
74. Объясните понятие плодородности почвы и плотности ее твердой фазы, порозности почвы и раскройте их значения.

Вопросы к модулю 6:

75. Назовите таксономические единицы почвенно-географического и природно-сельскохозяйственного районирования, охарактеризуйте их.
76. Объясните принципы построения современной классификации почв, охарактеризуйте их.
77. Расскажите о строении почв.
78. Расскажите о почвенном географическом районировании, дайте характеристику.
79. Объясните, что такое бонитировка почв, дайте характеристику методике и показателям бонитировки почв.
80. Запишите сущность Докучаевского метода бонитировки почв и его современного развития.
81. Объясните качественную, почвенно-экологическую и экономическую оценки земель, охарактеризуйте их.
82. Перечислите принципы агро-экологической оценки земель. Дайте им характеристику.
83. Объясните сущность черноземного процесса почвообразования. Охарактеризуйте его.
84. Иллюстрируйте строение профиля и классификацию черноземных почв, опишите их.
85. Расскажите сущность генезиса каштановых почв, опишите его.
86. Расскажите об оптимальных параметрах почв. Какими приемами они создаются, охарактеризуйте их.
87. Расскажите в форме каких законов проявляются главные закономерности в географии почв. Охарактеризуйте их.
88. Иллюстрируйте строение профиля и классификацию каштановых почв, охарактеризуйте их.
89. Опишите структуру почвенного покрова, дайте понятие закономерного почвенного ареала и почвенных комбинаций.
90. Назовите основные пути образования засоленных почв, дайте им полную характеристику.

«27» октября 2022 г. Протокол № 3

УТВЕРЖДЕНОРешением заседания кафедры
«Сельского хозяйства и
биоресурсов»

Заведующий кафедрой

 Шегенов С.Т.
(подпись)**ПЕРЕЧЕНЬ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ АУДИТОРИЙ, КАБИНЕТОВ И
ЛАБОРАТОРИЙ
КАФЕДРЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И БИОРЕСУРСОВ**

Порядковый номер	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Характеристика лабораторий (S м ² , t °С, влажность %)
1	Учебный кабинет «Почвоведение» 231	64,8 м ² , +18 °С, 40%
2	Лаборатория «Почвоведении и агрохимия» 138	69,5 м ² , +16 °С, 40%

«27» августа 20 22 г. Протокол № 1