Ф.4.02-01

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КОКШЕТАУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Ш.УАЛИХАНОВА

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **УТВЕРЖДЕНО**Решением советаФакультета/институтаДекан факультета/ директор института Какабаев Н.А. \_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись)  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_2017 г. | **ОДОБРЕНО**Учебно-методической комиссией«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г.Протокол № \_\_\_\_Председатель УМКЖоламан У.Ш. | **РАССМОТРЕНО**на заседании кафедры«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.Протокол № \_\_\_Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_Мемешов С. К. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

 **(СИЛЛАБУС)**

Дисциплина Основы почвоведения\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Специальность Почвоведение и агрохимия\_**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

 **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

Тьютор Саттыбаева З. Д.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (ФИО, должность, ученая степень, е-mail)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Кокшетау 2017

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Форма обучения** | **Кол-во****кредитов** | **Лекц.,**в час. | **Практ., семинар. занятия,** в час. | **Лабор. занятия,** в час. | **СРСП/****ДОТ** в час. | **СРС**в час. | **Всего**в час. | **Итоговый контроль** |
| очная | 3 | 30 | 7 | 8 | 22,5 | 67,5 | 135 | экзамен |
| заочная |  |  |  |  |  |  |  |  |
| вечерняя |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Пререквизиты дисциплины –** изучение дисциплины базируется на знаниях ботаники, химии, микробиологии, почвоведения, земледелия, восстановления плодородия РК.

**Постреквизиты дисциплины –** для дальнейшего изучения дисциплин: Картография почв, география почв, химия почв, физика почв, почвы Казахстана, воспроизводство почвенного плодородия.

**Цель курса** – рассмотреть значение почвообразующих пород и состав минеральной части почвы, биологические факторы почвообразования, органическая часть и поглотительная способность, химический состав жидкой и газовой фаз почв, роль рельефа в формировании почвенного покрова, морфология почв.

Таблица 2

**Результаты обучения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Дублинские дескрипторы** | **Компетенции** | **Результаты обучения по дисциплине** |
| **A.** знание и понимание**B.** применение знаний и понимания**C.** выражение суждений**D.**коммуникативные способности**E.** способность к учёбе | **Универсальные (УК1, УК3, УК5)****УК1 – системные (социально-этические навыки)** соблюдать нормы деловой этики, владеть этическими и правовыми нормами поведения; знать традиции и культуру, основы правовой системы и законодательства Казахстана; быть толерантным к традициям, культуре народов мира; стремиться к профессиональному и личностному росту. **УК3 – инструментальные (знание IT технологии)** находит и анализирует информацию из различных источников; использует информационные технологии в различных сферах жизнедеятельности; работать на современных средствах вычислительной техники, оргтехники, коммуникаций и связи;уметь применять прикладные программные средства и современные методы обработки информации. **УК5 - Межличностные (навык постоянного самосовершенствования)** эффективно организовать самостоятельную работу с применением современных методов обучения; уметь осуществлять выбор образовательной траектории через выбор элективных дисциплин; применять творческий подход при выполнении заданий, как в образовательной, так и в научной и воспитательной деятельности;быть способным обучать других и совершенствовать свои знания и навыки на протяжении всей профессиональной деятельности; владеть навыками приобретения новых знаний, необходимых для повседневной профессиональной деятельности и продолжения образования в магистратуре.**Профессиональные (ПК1, ПК2, ПК3, ПК5)****ПК1 - Предметно-специализированные (Организация и управление)** быть способным к критическому восприятию противоречивых идей, самостоятельно и эффективно решать проблемы в области профессиональной деятельности; быть гибким и мобильным в различных условиях и ситуациях, связанных с профессиональной деятельностью;владеть навыками принятия решений экономического и организационного характера в условиях неопределенности и риска;применять научные методы познания в профессиональной деятельности.**ПК2 - Предметно-специализированные (Этика и профессионализм)** иметь представление о современном мире как духовной, культурной, интеллектуальной и экологической ценности; способность придерживаться правовых и этических норм в профессиональной деятельности;владеть этическими и правовыми нормами поведения, системой практических знаний и навыков;самостоятельно выявлять, осмысливать и оценивать перспективы предметной области, проводить анализ динамики ее развития.**ПК3 - Предметно-специализированные (Организационно-технологическая)** уметь организовывать агрохимическую и почвенную работу на различных уровнях;демонстрировать знания при составлении и практическом использовании почвенных карт и агрохимических картограмм, почвенной и растительной диагностики для определения методов оптимизации питания растений при разработке рациональной технологии применения удобрений;иметь представления о составе и свойствах, классификации по происхождению почвы;знать виды минеральных и органических удобрений, биологические особенности сельскохозяйственных растений и условия их питания;знать законы земледелия, факторы жизни растений, и методы их регулирования;знать сущность физиологических процессов, протекающих в растительном организме, закономерности роста и развития и формирования качества урожая, методы регулирования продуктивности растений;владеть теоретическими основами биологии, растениеводства, семеноведения с/х культур;уметь заложить почвенный разрез, описать морфологические признаки горизонтов почвенного профиля и дать полное название почв;уметь составлять картограммы обеспеченности почв элементами питания;уметь определять потребность в удобрениях, наиболее эффективные сроки и способы, технологию внесения и заделки удобрений.**ПК5 - Предметно-специализированные (Экспериментально-исследовательская)** владеть постановкой и проведением вегетационных, полевых и производственных опытов в почвенно-климатических зонах Республики Казахстан по оценке действия различных видов удобрений и мелиорантов;составление почвенных карт и агрохимических картограмм; уметь разработать приемы восстановления и расширенного воспроизводства плодородия почв и методов управления плодородием. | **A.** демонстрировать знание и понимание основных тенденций в области почвоведения, излогать происхождение и состав минерльной части почв, общую схему почвообразовательного процесса, состав, свойства почв их плодородие.**B.** применение знаний для понимания на профессиональном уровне мероприятий по повышению плодородия почв нужно знать их химический состав, физические, физико-химические, воздушные, водные, тепловые и другие свойства, состав почвенных растворов, различные виды режимов и процессов, протекающих в почвах, их сочетание в почвах разных природных зон, необходимое оптимальное сочетание для получения высоких урожаев и пути создания этих условий в агрохимической практике.**C.** вырабатывать аргументы при проведении анализа по определению полевой влажности почвы весовым методом; плотности твердой фазы; физико-механические свойства почвы, гумуса по методу И. В. Тюрина; определение валового состава почв, подвижных соединений азота, фосфора и калия, легкогидролизуемый азот методом И. В. Тюрина и М. М. Кононовой, подвижной фосфорной кислоты в карбонатных почвах методом Б. П. Мачигина, обменный калий на пламенном фотометре.**D.** осуществлять сбор и интерпретацию значимых данных в области агрохимии и почвоведения. Рационально использовать агрохимическую характеристику почв, пути их плодородия и охрана почв.**E.** обладать умением и способностью самостоятельно изучить почвенные зоны, генезис, классификацию и агрохимическую характеристику почв. Необходимо следить за организацией службы слежения и контроля (почвенного мониторинга) за поступлением и содержанием в почвах всех вредных веществ, вызывающих загрязнения, за изменением важнейших показателей состава и свойств почв, определяющих уровень их плодородия. |

Таблица 3

**План занятий**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Неделя**  | **Содержание** | **Методы обучения** | **Результаты обучения** | **Оценочные средства** |
| **Модуль 1** |
| 1 (2) |  |  | **А.** демонстрировать знание и понимание основных тенденций о строении Земли, химическом составе земной коры, о процессах образования минералов и горных пород под действием факторов почвообразования.**B.** применение знаний и понимания изложения взаимосвязи живой и неживой природы, роль организмов в почвообразовательных процессах.**C.** вырабатывать аргументы для минералов и горных пород под действием физических, химических и биологических факторов.**D.** осуществлять сбор и интерпретацию значимых данных в области охраны почв всей окружающей среды.**E.** обладать умением и способностью самостоятельно изучать материалы, необходимые для подготовки индивидуальных и групповых заданий, продолжения обучения и написания дипломной работы. |  |
| 2 (4-9.09) | Возникновение и краткая история развития почвоведения1. Введение2.Возникновение и краткая история развития почвоведения3.Этапы развития почвоведенияОбщая схема почвообразовательного процесса.1.Общие особенности почвы как природного образования.2.Стадии и общая схема почвообразования.3.Энергетика почвообразования.4.Образование и эволюция почв. | Диалоговая работа. | Рабочая тетрадь. |
| Лабораторная работа. |
| Групповая работа. | Тестирование. |
| Презентация. |
| Индивидуальная работа. | Устный опрос. |
| Работа с доской. |
| Коллективная работа. |  |
| Парнаяя работа. |
| Метод мозговой штурм. |
|  |
|  |
| 3 (11-16.09) | Химический состав почв.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.  |  |  |
| 4 (18-23.09) | Почвенные коллоиды и поглотительная способность почвы.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. |  |  |
| 5 (25-30.09) | Структура почвы.1.Агрономическое значение структуры.2.Образование структуры.3.Утрата и восстановление структуры почвы. |  |  |
| 6 (2-7.10) | Физические свойства почвы.1.Общие физические свойства.2.Физико-механические свойства.Рубежный контроль. |  |  |
| **Модуль 2** |  | Индивидуальная работа. |
| 7 (9-14.10) | 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. | Групповая работа. | **А.** демонстрировать знание и понимание основных тенденций о строении Земли, химическом составе земной коры, о процессах образования минералов и горных пород под действием факторов почвообразования.**B.** применение знаний и понимания изложения взаимосвязи живой и неживой природы, роль организмов в почвообразовательных процессах.**C.** вырабатывать аргументы для минералов и горных пород под действием физических, химических и биологических факторов.**D.** осуществлять сбор и интерпретацию значимых данных в области охраны почв всей окружающей среды.**E.** обладать умением и способностью самостоятельно изучать материалы, необходимые для подготовки индивидуальных и групповых заданий, продолжения обучения и написания дипломной работы. | Рабочая тетрадь. |
| Тестирование. |
| Устный опрос. |
| Индивидуальная работа. | Презентация. |
| Парная работа. |  |
| Коллективная работа. |
|  |
| 8 (16-21.10) | 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. |  |  |  |
| 9 (23-28.10) | Воздушные свойства и воздушный режим почв.1.Состав свободного почвенного воздуха.2.Газообмен почвенного воздуха с атмосферным. Воздушные свойства почв.3.Воздушный режим почв и его регулирование. |  |  |  |
| 10 (30-4.11) | Тепловые свойства и тепловой режим почвы.1.Источники тепла в почве.2.Тепловые свойства почвы.3.Тепловой режим.Рубежный контроль. |  |  |  |
| **Модуль 3** |  |  |
| 11 (6-11.11) | Плодородие почв.1.Виды плодородия.2.Воспроизводство почвенного плодородия. | Коллективная работа. | **А.** демонстрировать знание и понимание основных тенденций о строении Земли, химическом составе земной коры, о процессах образования минералов и горных пород под действием факторов почвообразования.**B.** применение знаний и понимания изложения взаимосвязи живой и неживой природы, роль организмов в почвообразовательных процессах.**C.** вырабатывать аргументы для минералов и горных пород под действием физических, химических и биологических факторов.**D.** осуществлять сбор и интерпретацию значимых данных в области охраны почв всей окружающей среды.**E.** обладать умением и способностью самостоятельно изучать материалы, необходимые для подготовки индивидуальных и групповых заданий, продолжения обучения и написания дипломной работы. | Презентация. |
| Рабочая тетрадь. |
| Тестирование. |
| Устный опрос. |
| Работа с доской. |
|  |
| Групповая работа. |
| Индивидуальная работа. |
| Парная работа. |
| Метод мозговой штурм. |
|  |
| 12 (13-18.11) | 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. |  |  |  |
| 13 (20-25.11) | 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.5.Классификация и диагностика эродированных почв.6.Мероприятия по защите почв от эрозии. |  |  |  |
| 14 (27-2.12) | Принципы агрономического районирования и бонитировки почв.1.Принципы и методы агрономического районирования2.Земельные ресурсы и их использование в РК.3.Оценка почв в соответствии с с/х культурами. |  |  |  |
| 15 (4-9.12) | Аргопроизводственная группировка и бонитировка почв.1.Принципы агропроизводственной группировки.2.Классификация земель.3.Бонитировка почв и их оценка.4.Принципы и методика бонитировки почв.Рубежный контроль. |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Буквенный****эквивалент** | **Критерии оценивания** |
| **Тестирование** |  **Форма контроля** *(устный, письменный, комбинированный и творческий экзамен)* |
| A | 95-100 | * глубокое знание теории, о происхождении и составе минеральной, органической и органоминеральной части почв;
* способность излагать общую схему почвообразовательного процесса;
* умение различать состав и свойства почв и почвообразовательных процессов;
* ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы.
 |
| A- | 90-94 | * знание теории, понимания всех явлений и процессов по плодородию почв;
* демонстрируется умение различать почвенные зоны, генезис, их классификацию;
* демонстрируется умение творчески применять знание теории к лабораторно-практическим занятиям;
* ответы на вопросы носят развернутый, уверенный характер, содержат достаточно четкие формулировки, но имеются неточности в содержании.
 |
| B+ | 85-89 | * 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 распознаванию почвенных зон, их характеристик, но имеются незначительные ошибки в познавании их;
* ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, но не развернуто.
 |
| B | 80-84 | * материал излагается уверено, демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, имеются отдельные неточности в ответе;
* знание основных характеристик раскрываемых категорий в рамках рекомендованного учебника и положений, данных на лекциях;
* демонстрируется умение применять знание теории к лабораторно-практическим занятиям, но допущены 1-2 незначительные ошибки в их выполнении;
* при ответе на вопросы приводимые формулировки по существу, но без обоснования.
 |
| B- | 75-79 | * материал излагается достаточно уверенно, но раскрыт недостаточно полно;
* демонстрируется знание основных характеристик раскрываемых категорий, но допущены ошибки в определениях понятий и терминов;
* демонстрируется умение применять знания к теории лабораторно-практическим занятиям, но допущены ошибки в их выполнении;
* при ответе на вопросы, проводимые приводимые формулировки по существу, но допускаются отдельные ошибки.
 |
| C+ | 70-74 | * недостаточные знания основных характеристик раскрываемых категорий в рамках рекомендованного учебниками и положений, данных на лекциях;
* допускаются нарушения в последовательности изложения материала;
* имеются затруднения с выводами;
* в ответах на вопросы приводимые формулировки не всегда четкие и по существу.
 |
|  C | 65-69 | * демонстрируется недостаточные знания основного содержания материала;
* материал излагается непоследовательно, сбивчиво, нелогично;
* ответ краток, приводимые формулировки недостаточно четкие;
* допускаются погрешности в ответе на вопросы
 |
| C- | 60-64 | * демонстрируются ошибки в ответе;
* материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний;
* допускаются погрешности в ответе;
* в ответах на вопросы приводимые формулировки недостаточно четкие, допускаются неточности.
 |
| D+ | 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 остается без ответа.
 |
|  D | 50-54 | * демонстрируются поверхностные знания программного материала;
* материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний;
* допускаются существенные погрешности в ответе на вопросы.
 |
|  F | 0-49 | * при ответе обнаруживаются значительные пробелы в знаниях основного программного материала;
* демонстрируется незнание теории и практики;
* допускаются принципиальные ошибки в ответах на вопросы.
 |

**Основная литература:**

1. В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова «Почвоведение с основами геологии».

2. И. С. Кауричев «Практикум по почвоведению».

3. А. В. Хабаров, А. А. Яскин «Почвоведение».

4. И. С. Кауричев «Почвоведение».

5. Саттыбаева З. Д. «Почвоведение с основами геологии» учебное пособие.

**Дополнительная литература:**

1. Панова Н. П. «Плодородие почв и пути его повышения» М.: «Колос», 1983.

2. Берестецкий О. А. «Биологические основы плодородия почвы» М.: «Колос» 1984.

3. Каштанов А. «Основные направления исследований и практической работы по совершенствованию зональных почвозащитных полос» М.: «Колос» 1983.

**Политика учебной дисциплины и академической этики:**

 **-** студент должен посещать каждое занятие по установленному графику и иметь тезисы лекций;

 **-** правила поведения на занятии;

**-** опоздавшие студенты на занятия не допускаются;

**-** во время занятий требуется внимание и соблюдение правил общей этики;

**-** на лабораторно-практических занятиях ходить в белых халатах;

 **-** работать с реактивами в резиновых перчатках.

**Разработчик:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_** Саттыбаева З. Д.**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

(тьютор) (подпись) (ФИО)

**Глоссарий**

**Абсолютный возраст** – время от начала формирования почв до настоящего момента.

**Абсорбция** – способность почвы поглощать целые молекулы поверхностью дисперсных, преимущественно коллоидных частиц.

**Автоморфные почвы** – формируются на ровных поверхностях и склонах при глубоком залегании грунтовых вод.

**Агрономическое почвоведение –** наука о почвах и их взаимосвязи с растениями, о закономерностях функционирования и эволюции.

**Аллювий** – отложения постоянных водных потоков.

**Антропогенно-преобразованные горизонты** – горизонты, сформированные в результате регулярного распахивания и иных механических перемешивания горизонтов, внесения органических и минеральных удобрений, мелиорантов и др.

**Антропогенный круговорот** – обусловлен производственной деятельностью.

**Биологический (малый) круговорот** – осуществляется живыми организмами.

**Биологическое выветривание** – преобразование минералов и горных пород под воздействием живых организмов и продуктов их жизнедеятельности.

**Битумизация** – образование битума.

**Болотный (гидроморфный) процесс почвообразования** – развивается под влиянием болотной растительности в условиях постоянного избыточного увлажнения, вызывающего оглеение накопление слаборазложившихся органических остатков в виде торфа.

**Буферность** – способность как полифункциональной системы противостоять изменению концентрации почвенного раствора.

**Вид почвы** – устанавливают количественные различия в проявлении основного почвообразовательного процесса.

**Водно-ледниковые (флювиогляциальные отложения)** – слоистые, отложения талых вод.

**Вторичные минералы** – частицы более 0,001 мм, образовавшиеся на поверхности Земли и первичных минералов.

**Выветривание (гипергенезом)** – процессы преобразования горных пород и минералов при выходе их на земную поверхность под влиянием климата.

**Газовая фаза** – почвенный воздух.

**Геля** - коллоидные остатки.

**Геологических (большой) круговорот** – совокупность постоянно протекающих процессов формирования земной коры.

**Гидратация** – присоединение молекул воды к молекулам ионам.

**Гидролиз** – взаимодействие веществ с водой с образованием различных соединений.

**Гипсование** – внесение гипса и фосфогипса на щелочных солонцовых почвах и солонцах для замены натрия на кальций.

**Глины** – механические осадки стоячих или медленнотекущих вод озера, морей и рек.

**Гумификация** – совокупность явлений, относящихся к последней категории.

**Делювий** – продукты выветривания горных пород, переотложенные временными небурными водными потоками дождевых и талых вод.

**Живая фаза** – живые организмы.

**Жидкая фаза** – почвенный раствор.

**Засоление (солончаковость)** – накопление в почве легкорастворимых, особенно натриевых, солей.

**Зола** – коллоидный раствор.

**Коагуляция** – процесс соединения, склеивания коллоидных частиц и образования осадка, т. е. свертывание коллоидов, переход из состояния золя в гель.

**Конституционная вода** – гидроксильная группа (ОН) находящихся в почве веществ.

**Кристаллизационная вода** – целые молекулы воды, входящие в кристаллы.

**Кристаллическая решетка** – минералы обладают структурами ионного типа, образованными противоположно заряженными ионами.

**Латеритный процесс образования** – развивается в условиях теплого и достаточно влажного климата, процессы выветривания материнских геологических пород и почвообразования.

**Ледниковые отложения** – различные морены (основная, донная, боковая, конечная).

**Лесс и лессовидные суглинки** – занимают обширные территории, наиболее ценные в агрономическом понимании почвообразующие породы.

**Липкость** – способность почвы прилипать к различным поверхностям.

**Магма** – первоначальный силикатный расплав, поступающий из глубины Земли.

**Макрорельеф** – совокупность наиболее крупных форм поверхности суши на конкретной территории: годы, равнины, плато.

**Матрица почвы** – представляет основу, состоящую из почвенных частиц и микроагрегатов, включая поры между ними, каркас.

**Мезорельеф** – средние формы поверхности земли, образовавшиеся на элементах макрорельефа.

**Микрорельеф** – наименьшие формы поверхности земли, образующиеся на элементах макро- и мезорельефа.

**Набухание** – увеличение объема почвы при увлажнении.

**Номенклатура почвы** – совокупность наименований и терминов в соответствии со свойствами и положением в систематике почв.

**Органическая часть** – неразложившиеся и полуразложившиеся остатки живых, растительных и животных организмов.

**Осолодение** – процесс интенсивного разрушения (гидролиза) почвенной массы при замене обменного – поглощенного натрия, (Na+) в коллоидном комплексе ионов водорода (H+) и выщелачивания продуктов разрушения.

**Относительный возраст** – степень развития данной почвы.

**Пептизация** – обратный процесс коагуляции.

**Первичные почвообразовательный процесс** – процесс изменения материнских горных пород под воздействием низших организмов.

**Плазма почвы** – состоит из минеральных и органических коллоидных частиц и более дисперсной массы, способной перемещаться в почве.

**Пластичность** – свойство почвы изменять свою форму под влиянием какой-либо внешней силы.

**Плужная подошва** – уплотненный слой почвы на границе пахотного и подпахотного горизонтов.

**Поглотительная способность** – способность почвы поглощать из окружающей среды и удерживать различные вещества, частицы, молекулы, ионы, микроорганизмы.

**Подзолистый процесс почвообразования** – развивается под воздействием лесной растительности в условиях влажного климата.

**Подтип почвы** – группа почв, которые представляют собой переходные почвенные образования между типами почв.

**Покровные суглинки** – «покрывают» морены и некоторые другие породы.

**Полугидроморфные почвы** – сформированные на пониженных элементах рельефа.

**Пористость, скважность почвы** – суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы.

**Почва** – естественно-историческое, природное образование, рыхлое и динамичное, сформировавшиеся на земной поверхности при взаимодействии геологических пород и биоса.

**Почвенная зона** – ареал почвенных сочетаний.

**Почвенная корка** – уплотненный слой самого верхнего горизонта почвы.

**Почвенно-климатический пояс** – совокупность широтных почвенных зон и горных почвенных провинций.

**Почвенный коллоидный комплекс (ПКК**) – совокупность всех веществ, находящихся в коллоидном состоянии в данной почве.

**Почвенный профиль** – состоит из закономерно сочетающихся, сменяющих друг друга по вертикали генетических горизонтов.

**Почвообразование** – сложный комплекс взаимосвязанных и взаимообусловленных химических, физических, биологических явлений и процессов.

**Почвообразующая порода (материнская)** – горные породы, на основе минерального материала который формирует почву.

**Почвоведение** – наука о почве, которая изучает происхождение, развитие, эволюцию и функционирование почв, их состав, строение и свойства, взаимосвязь с живыми организмами и с окружающей средой.

**Пролювий** – продукты выветривания горных пород, переотложенные бурными временными потоками.

**Разновидность почвы** – отражают различия почв по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов.

**Разряд почвы** – наиболее точный и иерархически низкой таксономической единицей является разряд почвы, который разделяет почвы по характеру почвообразующих горизонтов.

**Рельеф** – форма поверхности земной суши – оказывает большое и разнообразное влияние на формирование почв и характер почвенного покрова, обусловливает перераспределение на поверхности суши солнечной радиации, осадков и растворенных в воде веществ.

**Род почвы** – уточняют генетическую характеристику почв, учитывая влияния различных местных условий.

**Связность почвы** – способность сопротивляться внешнему усилию.

**Скелет почвы** – состоит из частиц крупнее коллоидных.

**Солонцеватость**– заключается диспергацией почвенных коллоидов под, воздействием обменно-поглощенного натрия и при понижении концентрации легкорастворимых солей в почвенном растворе.

**Солонцовый (галогенный) процесс почвообразования** – развивается под влиянием легкорастворимых солей.

**Структура почвы** – совокупность различных по величине, форме и качественному составу отдельностей, на которые способна распадаться почва.

**Таксономическая единица** – почвенная единица, определяющая последовательность учета генетических характеристик.

**Твердая фаза** – скелет почвы.

**Твердость почвы** – механическая прочность, сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела.

**Типы почв** – группа которая характеризует однотипностью поступления и трансформации органического вещества, минеральной массы, процессов миграции и аккумуляции вещества и почвенного плодородия.

**Удельное сопротивление почвы** – усиление, затрачиваемое на осуществление технологических процессов и преодоление при обработке почвы трения о рабочую поверхность почвообрабатывающих орудий.

**Усадка** – уменьшение объема почвы при высыхании.

**Физическое выветривание** – механическое разрушение горных пород.

**Химическое выветривание** – трансформация горных пород и минералов под воздействием температуры, влаги, диоксида углерода, кислорода с образованием новых минералов и химических соединений.

**Хозяйственная деятельность** – воздействие человека на естественный почвообразовательный процесс.

**Черноземный, или дерновый, процесс почвообразования** – сущность этого процесса состоит в обогащении материнской геологической породы или почвенной толщи специфическим органическим веществом – гумусом.

**Элювий** – продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте своего образования.

**Энергией кристаллической решетки** – называется энергия, затрачиваемая на разъединение решетки на составляющие ее ионы.

**Эоловые отложения** – формируются в процессе переноса и аккумуляции минерального материала воздушными потоками.

***,Лекция 1* СХЕМА ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА. ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

***План лекции:* 1 Слагаемые почвообразовательного процесса.**

 **2 Большой геологический, малый геологический, малый биологический , геохимический круговорот веществ.**

 **3 Почвообразующие породы ,их роль в почвообразовании. Стадии почвообразования. Процессы почвообразования (микро-,мезо-,макропроцессы)**

Рассмотрим процессы превращения горной породы в почву. Так как почвообразовательный процесс совершается при непременном участии живых организмов, можно сказать, что образование почв началось тогда, когда появились жизнь на Земле. Этому предшествовали процессы физического и химического выветривания плотных горных пород, находящихся на земной поверхности. В тонкой поверхностной корочке выветривающейся плотной горной породы поселились первые живые организмы (микроорганизмы) и начался почвообразовательный процесс, который полу­чил название *первичного почвообразовательного процесса.*

С тех пор прошли миллионы лет. Плотные горные породы в результате выветривания превратились в рыхлые осадочные обломочные горные породы. На них также образовывались почвы, но в результате геологической деятельности ветра, моря, ледников, талых и дождевых вод и т. д. они уничтожались, перемешивались с рыхлыми массами пород и откладывались в виде новых осадочных обломочных пород. Эти процессы совершались многократно. Почвообразовательный процесс на них начинался снова, но постепенно в таких породах стали отчетливо проявляться «почвенные» признаки, которые получили развитие при современном почвообразовании.

Уделим особое внимание рассмотрению общей схемы современного почвообразовательного процесса на осадочных обломочных смешанных горных породах, отложенных на равнинных территориях России в последнее геологическое время. Известно, что бесплодные рыхлые горные породы, превращаясь в почвы, пре­терпели большие качественные изменения, но у всех у них, несмотря на различия в минералогическом составе, сформировался общий качественный признак — плодородие, т. е. способность производить урожай растений.

В каждой природной зоне в зависимости от конкретных природных условий, названных В. В. Докучаевым факторами почвообразования — растительности и животных организмов, климата, материнских пород, рельефа и продолжительности течения процессов почвообразования, сформировались разные как по внешнему виду, так и по уровню плодородия почвы.

ЭТАПЫ ИЗМЕНЕНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД, В РЕЗУЛЬТАТЕ КОТОРЫХ СФОРМИРОВАЛИСЬ СОВРЕМЕННЫЕ ПОЧВЫ

1. Начальный этап изменений, или первичный почвообразовательный процесс.
2. Второй этап изменений характеризовался дальнейшим выветриванием горных пород с образованием рыхлых осадочных пород и накоплением в них «почвенных» признаков в результате последующих (за первичным) почвообразовательных процессов и неоднократного переотложения преобразованных пород ветром, морем, реками, ледниками, ледниковыми, талыми и дождевыми водами с образованием новых рыхлых пород.
3. Завершающий этап — образование современных почв и их качественного признака — плодородия.

ПЕРВИЧНЫЙ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС. Это совокупность явлений, происходящих в верхней корочке плотной массивной горной породы, изменившейся под влиянием физического и химического выветривания, или в поверхностном слое рыхлой осадочной обломочной горной породы под влиянием простейших организмов. Первыми поселенцами на горных породах были бактерии и сине-зеленые водоросли. Потом появились диатомовые водоросли и грибная микрофлора. Поверхность горной породы приобрела буроватый оттенок под влиянием органических соединений, выделяемых простейшими организмами при жизни, а также остающихся после их отмирания и перегнивания. Часть органических соединений вступала в реакцию с минеральными веще­ствами с образованием органо- минеральных комплексов.

Постепенно улучшались условия минерального питания живых организмов за счет повышения доступности минеральных элементов благодаря продолжающимся процессам выветривания и развивающейся поглотительной способности почв. В связи с изменением физического состояния горной породы стало улучшаться обеспечение живых организмов водой. Создались условия для поселения более требовательных к условиям жизни организмов — лишайников и мхов, а далее и высших растений.

В настоящее время первичный почвообразовательный процесс можно наблюдать в горных областях на голых скалах или, например, кратковременно протекающий почвообразовательный процесс на донных морских отложениях, только что вышедших на по­верхность в результате регрессии моря. Так как морские породы находятся на втором этапе накопления «почвенных» признаков, на них быстро начинается современный почвообразовательный процесс.

ВТОРОЙ ЭТАП ИЗМЕНЕНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД. В горных породах продолжало накапливаться органическое вещество как результат древних почвообразовательных процессов, развивалась поглотительная способность. Благодаря рыхлости пород в них постоянно содержались воздух и вода, что создавало условия для активного химического выветривания составляющих пород минералов; возросли количество и доступность живым организмам минеральных элементов; формировались водные растворы различного ионного состава, которые передвигались в толще рыхлых пород, вступая в химические реакции; изменился температурный режим рыхлых пород по сравнению с плотными поро­дами и т. д. Рыхлые осадочные обломочные породы с дочетвертичными почвами в последний четвертичный геологический период подверглись очередному переотложению ледниками, ледниковыми, талыми и дождевыми водами, ветром, морем, реками. Образовались новые почвообразующие породы

ТРЕТИЙ, ЗАВЕРШАЮЩИЙ ЭТАП. Это преобразование горных пород под влиянием нового почвообразовательного процесса, результатом которого явилось формирование современных почв.

Рассмотрим общую схему почвообразования на современных осадочных обломочных смешанных горных породах. Прежде всего уточним, что такое почвообразовательный процесс. *Почвообразовательным процессом,* по определению А. А. Роде, называется совокупность явлений образования, изменения и передвижения веществ и энергии, протекающих в верхнем слое материнской породы, превращающейся в почву. Агентами почвообразовательного процесса являются растения, организмы и продукты их жизнедеятельности, вода, кислород и диоксид углерода, которые действуют неодинаково в различных природных зонах, что приводит к образованию в каждой природной зоне типичных только для нее почв с характерными свойствами и режимами.

Остановимся на главных изменениях, произошедших в материнских породах на завершающем этапе их превращения в почву под влиянием агентов почвообразования.

1. Произошло образование нового органического вещества (гумуса) в верхних слоях материнской породы специфической природы, сложного по химическому составу. В этом процессе основную роль сыграли растения и животные организмы как накопители и преобразователи органического вещества. В почвах разных природных зон установились определенное процентное содержание гумуса и его качественный состав. Химические процессы в почве с участием органического вещества (гумуса) оказали решающее влияние на направление почвообразовательных процессов, определили практически все свойства почв.
2. Возросли содержание биофильных минеральных элементов и их доступность растениям в верхних частях породы благодаря продолжающимся процессам выветривания минералов и «перекачке» элементов из нижних слоев породы корневыми системами растений. Элементы включались в состав растений, наибольшая органическая масса которых всегда образовывалась в верхней части почвы (рис. 3). При ежегодном перегнивании органической массы минеральные элементы высвобождались, и в течение тысячелетий их распределение по профилю почвы изменилось. Произошло накопление соединений азота как источника питания растений в результате жизнедеятельности азотфиксирующих, нитрифицирующих и аммонифицирующих микроорганизмов. В почвах устано­вился определенный пищевой режим благодаря биологическому (малому) круговороту веществ в системе почва — растения — животные организмы — почва. Однако из этого круговорота часть элементов ежегодно вовлекается в геологический (большой) круговорот веществ в природе.

Геологический круговорот элементов может быть представлен следующей упрощенной схемой: вместе с фильтрующимися через породы растворами элементы, ранее содержавшиеся в почве, по­падают в грунтовые воды, далее в реки и моря; там усваиваются морскими организмами; после их отмирания входят в состав дон­ных осадочных пород, которые в результате тектонических про­цессов земной коры могут при подъеме дна моря снова оказаться на поверхности и войти в состав почв.

1. Сформировалось важное свойство почв — поглотительная способность, которая определяется коллоидными свойствами органической и минеральной частей твердой фазы почв, ее пористостью, большой удельной поверхностью гранулометрических компонентов, реакционной химической способностью твердой фазы и почвенных растворов, особенностями усвоения элементов живыми организмами.



Надземная масса растений

1. Установились реакция почв (кислая или щелочная), соотношение протекающих в почве окислительных и восстановительных процессов (Red-Ox-потенциал), концентрация и ионный состав почвенных растворов.

Рис. 3. Схема распределения корневой системы травянистых растений в 1,5-метровом

слое почвы

1. Образовалась макро- и микроструктура в результате склеивания природными «цементами» (органическими, кальциевыми, кремниевыми и др.) механических элементов твердой фазы почв в комочки разной величины и формы, отличающиеся устойчивостью к физическому разрушению и разрушению водой.
2. Установились водные, воздушные, тепловые свойства и режимы почв в соответствии с климатическими условиями, гранулометрическим составом твердой фазы, ее плотностью, структурным состоянием, состоянием поверхности почвы (окраска, покрытие растениями, выравненность) и другими факторами.
3. Сформировались определенные микробиологические ценозы с различным соотношением групп микроорганизмов, численностью микрофлоры и интенсивностью ее деятельности в зависимости от типа произрастающей растительности, содержания и качественного состава органического вещества в почве, ее реакции, направленности пищевого, водного, воздушного и теплового режимов.
4. Установился в почвах аллелопатический режим в результате продуцирования и выделения в окружающую среду (в почву и атмосферу) растениями и микроорганизмами физиологически активных веществ, ингибирующих другие растения и микроорганизмы.
5. Сформировался благодаря живым организмам, прежде всего растениям и микроорганизмам, почвенный ферментативный комплекс; ферменты (энзимы) катализируют многие важнейшие почвенные биохимические реакции, в том числе процессы гумусообразования, превращение азот- и фосфорсодержащих органических соединений, веществ углеводного характера и др.

Рассмотренный комплекс свойств и режимов является особенностью почв, отличает их от материнских пород, обеспечивает получение урожая сельскохозяйственных растений и носит название «плодородие». Все эти свойства и режимы будут подробно изложены во второй части учебника, от знания и умения правильно регулировать их при проведении агромероприятий зависит успех в работе земледельцев.

Почвы, их свойства и режимы не остаются неизменными. Такими они являются только на современном этапе их развития, но продолжают эволюционировать под воздействием природных факторов (климата, растительности, животных организмов и др.).

Изменения свойств и режимов почв довольно быстро происходят под влиянием антропогенного фактора в результате распашки человеком целинных земель. В этом случае прерывается течение установившихся природных почвенных процессов, а проведение приемов осушения, орошения, химической мелиорации, внесе­ния органических удобрений и других мероприятий дает почвообразовательному процессу новое направление.

В течение почвообразовательного процесса изменяется внешний вид почвообразующей породы, происходит дифференциация материнской породы на слои, или генетические горизонты, обладающие разными свойствами, что в большой степени связано с передвижением с почвенными растворами в верхней толще породы продуктов выветривания и почвообразования и совершающихся реакций. Для каждого генетического горизонта типичны свои внешние, или морфологические, признаки (окраска, структура, сложение, новообразования и др.), отражающие их отличия в химическом, гранулометрическом, минералогическом составах, физических свойствах и т. д. В зависимости от конкретных почвенных процессов в почвах разных природных зон сформировались свои генетические горизонты, определенное сочетание которых составляет *профиль* почв.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЛОДОРОДИЕ

Почвенные процессы подразделяют на три группы (по А. А. Ро­де): микро-, мезо- и макропроцессы, в результате которых формируются свойства почв и их режимы, обусловливающие плодородие.

Микропроцессы. Под их влиянием осуществляются элементарные превращения и перенос веществ (увлажнение — высыхание, растворение — осаждение, нагревание — охлаждение, сорбция, окисление органического вещества отмерших растений, образование комплексных органоминеральных соединений, трансформация минералов и т. д.). Микропроцессы специфических почвенных признаков не формируют.

Мезопроцессы. Это определенные комплексы элементарных биотических и абиотических микропроцессов, воздействие которых приводит к формированию отдельных генетических горизонтов и специфических признаков и свойств в профиле почв, но не типов почв: подзолистый процесс, дерновый, солонцовый, осолодения, оглеения, лессиваж и др. Все эти процессы будут охарактеризованы в третьей части учебника при рассмотрении особенностей почвообразования, типов почв и их плодородия разных природных зон.

В качестве примера рассмотрим, из каких основных микропроцессов складывается подзолистый процесс, в основе которого лежат химическое разрушение минеральной части почвы и вынос некоторых продуктов разрушения в нижнюю часть профиля почвы и за ее пределы: разложение лесного опада микрофлорой, образование фульвокислот, химическое взаимодействие фульвокислот с минералами, образование низкомолекулярных органических кислот и других органических соединений, их взаимодействие с минеральной частью почвы, избыточное сезонное увлажнение почв, развитие восстановительных реакций, нисходящие токи почвенных растворов с выносом минеральных и органо-минеральных соединений, трансформация части соединений по пути транспорта с осаждением из почвенных растворов, развитие кислотности.

В результате подзолистого процесса под лесной подстилкой или под гумусовым горизонтом обособляется подзолистый горизонт белесого цвета, обычно пластинчатой структуры, более легкого гранулометрического состава, обогащенный диоксидом кремния, обедненный железом, марганцем и элементами питания растений, с повышенной кислотностью, низкой катионнои емкостью поглощения. Под подзолистым горизонтом образуется иллювиальный горизонт, или горизонт вмывания, буровато-коричневого цвета с белесоватой кремнеземистой присыпкой, тяжелого гранулометрического состава, обогащенный железом и алюминием, кислоторастворимыми фосфором и калием, с высокой катионной емкостью поглощения, с наиболее высокой обменной кислотностью в профиле почв.

Макропроцессы. Это совокупность мезопроцессов, формирующих тип почвы, т.е. все генетические горизонты профиля. Например, для формирования дерново-подзолистых почв необходимо течение дернового и подзолистого процессов, в их образовании участвует также процесс лессиважа, а в условиях длительного избыточного увлажнения — процесс оглеения. В профиле почв признаки течения этих процессов хорошо выражены морфологически, а генетические горизонты имеют характерные для них состав и свойства с определенной профильной закономерностью их изменения.

Признаки почв, возникшие в результате течения современных почвенных процессов, называются *рецептными.* Кроме них выделяют признаки *остаточные,* полученные от материнской породы. Направленность почвенных процессов может изменяться, как было показано, в связи с изменением со временем условий почвообразования. Например, могут смениться тип растительности, характер увлажнения почвы и т. д. Это приведет к тому, что появятся новые признаки, а старые еще не исчезнут; по ним можно будет судить об эволюции почв. Такие признаки, оставшиеся от прежних почвенных процессов, называют *реликтовыми.*

***Контрольные вопросы и задания***

1. Когда начался почвообразовательный процесс на поверхности Земли?

2. Какие изменения в горных породах произошли под влиянием первичного почвообразовательного процесса?

3. Что подразумевается под накоплением «почвенных» признаков в осадочных обломочных горных породах в дочетвертичное время?

4. Что называется почвообразовательным процессом?

5. Какие главные изменения произошли в материнских породах в четвертичный период при превращении их в почву? остаточными и реликтовыми?

***Лекция2* Минералогический состав почв**

***План лекции:* 1 Первичные и вторичные минералы и их значение**

 **2 Содержание химических элементов в литосфере, почвах. Валовой химический состав минеральной части почвы.**

 **3 Формы соединений химических элементов в почвах и их доступность растениям. Микроэлементы, радиоактивность 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.

ПОНЯТИЯ О МИНЕРАЛАХ И ГОРНЫХ ПОРОДАХ

*Минерал —* это природное химическое соединение, реже — самородный элемент. Минералы могут быть твердыми, жидкими и газообразными, например кварц (Si02), оливин [(Mg, Fe)2(Si04)], микролин [(К, Na)(AlSi308)], доломит [Са, Mg(C03)2], гематит (Fe203), гипс (CaS04 . 2Н20), галит (NaCl), сера (S), вода (Н20), диоксид углерода (С02) 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.

Минералы и горные породы изучаются геологическими науками — минералогией и петрографией. Они вместе с геохимией рассматривают материальный состав Земли.

*Минералогия* изучает состав, химические и физические свойства минералов, их происхождение, процессы изменений и превращений в другие минералы, а также взаимоотношения одних минералов с другими в минеральных месторождениях или горных поро­дах. Задачей *петрографии* (от греческого слова «Петра» — камень) является изучение минерального состава пород, их строения, сложения, условий залегания, распространения, происхождения и образования различных полезных ископаемых.

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

Содержание породообразующих минералов в земной коре (по А. Е. Ферсману)

*Название минерала % по массе*

Полевые шпаты 55,0

Пироксены и амфиболы 15,0

Кварц и его разновидности 12,0

Вода в свободном и поглощенном состоянии 8,25

Слюды 3,0

Оксиды и гидроксиды 3,0

Глинные минералы 1,5

Кальцит 1,5

Фосфаты 0,15

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)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Кислород (О) | 49,13 | Титан (Ti) | 0,61 |
| Кремний (Si) | 26,00 | Углерод (С) | 0,35 |
| Алюминий (А)) | 7,45 | Хлор (С1) | 0,20 |
| Железо (Fe) | 4,20 | Фосфор (Р) | 0,12 |
| Кальций (Са) | 3,25 | Сера (S) | 0,10 |
| Натрий (Na) | 2,40 | Марганец (Мп) | 0,10 |
| Магний (Mg) | 2,35 | Фтор (F) | 0,08 |
| Калий (К) | 2,35 | Барий (Ва) | 0,05 |
| Водород (Н) | 1,00 | Азот(N) | 0,04 |

 *Элемент % по массе Элемент % по массе*

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.

Экзогенные, 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 Si02 расплавов); в них участвуют практически все известные элементы, но в разных количествах. Это прежде всего Si02, A1203, Fe203, FeO, СаО, MgO, Na20, К20. В составе магматических очагов находятся раскаленные газы, пары воды и горячие водные растворы. В раскаленных газах магматических очагов содержатся многие элементы, такие, как В, F, S, Н, О, CI, P, С, N, As, Sb и др. Часть из них находится в свободном состоянии, а часть —в соединениях, например в виде HF, HC1, СО, С02. В горячих водных растворах, или гидротермальных растворах магматических очагов, находящихся в условиях высокого давления, содержатся кремний, фтор, железо, магний, сера, цинк, медь и др.

Под магматическими процессами минералообразования 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.* Для них часто характерна определенная направлен­ность кристаллов; иногда сочетание минералов создает своеобразный рисунок, например письменный гранит. Среди пегматитов могут быть кварц, микроклин, слюда мусковит, флюорит, ряд редкоземельных минералов, а также содержащих уран и радий. П невматолитовые процессы (от греческого «пневматос» — пар, дыхание, газ) — это процессы образования минералов при остывании раскаленных газов магматических очагов. При этом совершается ряд химических реакций, которые приводят к образованию минералов. Процессы пневматолиза оказывают значительное влияние на образование слюд. Часто в процессах пневматолиза важную роль играет вода, которая вступает в реакцию с летучими соединениями. При этом может образоваться, например, кварц:

Si02 • SiF4 + 2H20 = 2Si02 + 4HF.

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).

При образовании в земной коре трещин, обычно разветвленных, гидротермальные растворы устремляются в них под влиянием высокого давления, быстро остывают, попадая в область низких температур и давления. Такие минералы, как правило, имеют стекловатую или скрытокристаллическую структуру в отличие от хорошо окристаллизованных минералов, образовавшихся при медленном остывании магматических очагов. Минералы, образовавшиеся в трещинах земной коры при остывании гидротермальных растворов, называют *жильными.* Гидротермальные жилы в ос­новном выполнены жильным кварцем — Si02, халцедоном — Si02, кальцитом — СаС03, флюоритом — CaF2. Реже жильное тело представлено сидеритом — FeC03, магнезитом — MgC03 и другими минералами. Из рудных минералов в гидротермальных жилах встречаются самородные металлы (золото — Аи, серебро — Ag, медь — Си), сульфиды (пирит — FeS2, халькопирит — CuFeS2, галенит — PbS, сфалерит — ZnS) и др.

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 порфировой 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 Si02 как самой важной составной части. По этому признаку различают пять групп магматических пород.

*Магматические породы Среднее валовое содержание Si02, %*

I. Ультракислые > 75

II. Кислые 65...75

1. Средние 52...65
2. 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, талыми и дождевыми водами.

Такие породы приобрели новые качества, отличающие их от массивных плотных пород. Они являются рыхлыми, воздухо- и водопроницаемыми. В связи с этим в них активно протекают реакции химического выветривания. Они могут быть сыпучими (пески) или в сухом состоянии плотными, а в воде размокать (глины). Нередко в осадочных породах присутствуют остатки животных и растительных организмов. В зависимости от состава, строения и сложения осадочных пород, с учетом процессов образования выделяют три их группы: обломочные, химические и органогенные (табл. 3). В таблице приводится характеристика некоторых химических и органогенных осадочных пород, а также обломочных пород с определенным размером обломков минералов и смешанных, состоящих из обломков разного размера.

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. На равнинных территориях России преобладают почвообразующие породы ледникового и водно-ледникового происхождения (табл. 4). Их образование связано с оледенениями суши в четвертичный период, которые неоднократно повторялись (Лихвинское, Днепровское и Валдайское оледенения).

Мощным центром оледенения был ледник Скандинавского полуострова, действию которого подверглась громадная территория Западной Европы и европейской части России. Очаг оледенения находился также на о-ве Новая Земля и северной части Уральских гор и спускался до верховий реки Камы. Много мощных очагов оледенений отмечалось в горных областях Западной и Восточной Сибири.

Породы, отложенные в ледниковую эпоху, в послеледнико­вый (постгляциальный) период подвергались переотложению ветром, древними речными водными потоками, делювиальными (талыми 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 гнпергенную 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 и задания***

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. Что такое выветривание минералов и горных пород? Охарактеризуйте виды выветривания и к каким изменениям минералов и горных пород они приводят.

5. Дайте характеристику магматическим процессам образования минералов и горных пород.

***Лекция 3* ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ.**

***План лекции:* 1 Содержание и распространение химических элементов в породах и почвах.**

 **2 Формы соединений главнейших химических элементов в почве.**

 **3 Микроэлементы в почвах.**

 **4 Валовые, подвижные и усвояемые формы элементов питания.**

 **5 Трансформация элементов в различных типах почв и пути ее регулирования**

Для нормального роста и развития растениям необходимы свет, тепло, вода, воздух и питательные вещества. Все эти условия жизни для растений равноценны и незаменимы. В почвах элементы питания растений находятся в составе минералов, органических и органо-минеральных соединений твердой фазы почв, в почвенных растворах (в основном в ионной форме) и в газовой фазе почв. В результате поглощения питательных элементов растения формируют корневые и надземные массы, которые используются людьми как продукты питания, корм для животных или как сырье для промышленности (клубни картофеля, зерно, лен и т. д.).

В почвах содержатся практически все элементы периодической системы Д. И. Менделеева, но для питания растениям наиболее необходимы 19 элементов: С, Н, О, N, P, S, К, Са, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, В, CI, Na, Si, Co. Из них 16 элементов, кроме С, Н, О, от­носятся к *минеральным.* Углерод, водород и кислород поступают в растения преимущественно в виде С02, 02 и Н20. Необходимость натрия, кремния и кобальта не для всех растений установлена.

Углерод, водород, кислород и азот называют *органогенными элементами,* так как в основном из них состоит организм растений. Углерода содержится в среднем 45 % от сухой массы тканей растений, кислорода — 42, водорода — 6,5, азота — 1,5 %. Их сумма составляет 95 %. Оставшиеся 5 % приходятся на *зольные элементы:* Р, S, К, Са, Mg, Fe, Si, Na и др. Они называются так потому, что преобладают в золе растений.

Химический состав золы является показателем валового количества усвоенных растениями из почвы зольных элементов питания. Их выражают в оксидах или в элементах по отношению к массе сухого вещества, или к массе золы в процентах.

Валовой химический состав растений значительно отличается от валового состава почвы вследствие избирательности растений к поглощению отдельных элементов для формирования урожая (табл. 12). В растениях всегда больше азота, фосфора и калия.

В естественных биоценозах питательные элементы, усвоенные растениями и другими живыми организмами, снова возвращаются в почву после их отмирания и перегнивания, поэтому, как правило, обеднения почвы питательными элементами не происходит. Устанавливается их относительное природное равновесие, характерное для разных типов почв.

На пахотных же землях после уборки урожая в почву возвращается только часть поглощенных растениями минеральных элементов, например с корневыми и стерневыми остатками зерновых культур; при тереблении льна почти ничего не возвращается. В связи с этим в пахотные почвы необходимо вносить минеральные удобрения, что позволяет возвратить в почву не только отчужденные с урожаем питательные элементы, но и сбалансировать их по количеству и соотношению для последующих сельскохозяйствен­ных культур, тем самым обеспечить получение запланированного урожая. Для повышения эффективности удобрений и снижения их доз очень важно осуществлять агроприемы по регулированию почвенных процессов, направленных на накопление биологического азота и высвобождение из твердой фазы почв элементов питания в доступной для растений форме.

Кроме азота и зольных элементов, называемых в агрономической практике *макроэлементами,* в составе растений присутствуют *микроэлементы,* содержание которых составляет <0,001 *%* сухой массы тканей (В, Си, Со, Zn, Mo и др.). Они играют очень важную роль в обмене веществ растительного организма.

В агрономических целях для характеристики условий питания растений определяют валовое содержание элементов в почве, ближайший для растений резерв доступных элементов и количество непосредственно усвояемых элементов из почвы.

Обеспеченность почв усвояемыми питательными элементами может быть выражена по отношению к разным сельскохозяйственным культурам в связи с тем, что они поглощают неодинаковое их количество. По этому признаку сельскохозяйственные культуры делят на три группы.

I. Культуры невысокого выноса питательных элементов (зерновые).

II. Культуры повышенного выноса (кормовые культуры, картофель).

III. Культуры большого выноса (овощные, некоторые технические культуры, чайный куст, цитрусовые, виноград).

Азот и зольные элементы растения поглощают преимущественно в виде ионов из почвенного раствора и твердой фазы почв

(Са2+, Mg2+, K+, Na+, NH$, Al3+, Fe2+, NOJ, HPOj",

H2PO4, SiO]", Cl~, SO^" и др.). Питательные вещества растения извлекают избирательно из почвенного раствора физико-химической адсорбцией их на внешней поверхности корней или в результате контактного ионного обмена с твердой фазой почв.

Содержание доступных элементов питания растений в почвах варьирует в течение вегетационного периода в связи с изменением температуры, влажности, концентрации С02 в почвенном воздухе, биологической активности почв. Оно достигает максимума в европейской части России обычно в июле—августе; динамичность доступных элементов определяется также неравномерным их поглощением растениями. Динамика почвенных и физиологических циклов доступных элементов питания не всегда совпадает, поэтому в критические периоды питания растений рекомендуют проводить подкормки удобрениями. Например, весенняя подкормка озимых зерновых культур азотными удобрениями.

АЗОТ В ПОЧВАХ. Валовое количество азота в почвах составляет 0,1— 0,5 *%* (от 2 до Ют/га в пахотном слое 0—20см). В почвообразующих породах азота почти нет. Почвенный азот находится в основном в составе органического вещества — гумуса ('/го—'До часть его процентного содержания). Этот азот растениям недоступен. Однако в течение теплого времени года часть гумуса (1—2 % его содержания) разлагается микроорганизмами и азот высвобождается в доступной для растений форме.

Резервом доступного для растений азота является *легкогидролизуемый азот.* Его содержание в почвах составляет 2—5 % валового количества азота. Это азот, который может быть минерализован в «ближайшее время» за счет наиболее разлагаемой части органического вещества почв (аминокислот и амидов). Однако по его количеству нельзя делать прогноз об обеспеченности растений азо­том как элементом питания.

Основную роль в азотном питании растений играют *минеральные формы азота:* окисленная (NO2) и восстановленная (NH3). Минерального азота содержится в среднем от 50 кг/га в пахотном слое дерново-подзолистых суглинистых почв, до 100 кг/га и более—в черноземах, что составляет 0,5—1 % валового количества азота в почвах. За вегетационный период растениями усваивается около 40 *%* минерального азота.

*Аммонийный азот* образуется в почвах в результате жизнедеятельности аммонифицирующих гетеротрофных микроорганизмов, превращающих органический азот растительных и животных

остатков, а также азот гумуса в М Н|. Аммонийный азот находится в почвах в форме фиксированного глинными минералами аммо­ния, входит в состав обменных катионов (0,3—0,4 % суммы катионов оснований), является компонентом почвенного раствора (5— 6 мг/л). Содержание доступного для растений аммония (обменного и водорастворимого) зависит от типа почв, численности аммонифицирующих бактерий и изменяется в динамике. Количество аммония практически не меняется при окультуривании почв, он довольно равномерно распределен по их профилю.

Образование нитратного азота в почвах обязано биологическому окислению NH^NHj) ДО NOJ в результате микробиологического процесса нитрификации, осуществляемого двумя группами автотрофных бактерий. Бактерии Nitrosomonas окисляют аммиак до азотистой кислоты, a Nitrobakter — азотистую кислоту до азот­ной.

В настоящее время различают три группы нитратного азота в почве: свободный, подвижный и адсорбированный.

*Свободный нитратный азот* находится в почвенном растворе (30—60 мг/л), может с ним передвигаться по профилю почв, хорошо поглощается корнями растений; часть нитратного азота подвергается денитрификации. *Подвижный нитратный азот —* это

адсорбированный NOJ, легко переходящий в почвенный раствор из твердой фазы после высыхания почвы и последующего ее увлажнения. *Адсорбированный* NOT находится в твердой (коллоидной) фазе почв в обменном состоянии. Особенно активно нитратный ион обменивается на фосфат-ион. Подвижный и адсорбированный нитратный азот, находясь в почвах в виде поглощенных ионов, не подвергается вымыванию и денитрификации. *У*

В лесных почвах процесс нитрификации подавлен; в них преобладает *аммонийный азот.* При распашке лесных почв процесс нитрификации активизируется, количество нитратного азота в пахотных почвах, как правило, преобладает над аммонийным. Содержание нитратного азота в пахотных почвах зависит от типа почв, сте­пени их окультуренности и состава глинных минералов. Об уровне возможной обеспеченности сельскохозяйственных культур свободным нитратным почвенным азотом судят по нитрификационной способности почв.

Для расчета доз азотных удобрений для получения планируемого урожая сельскохозяйственных культур необходимо знать содержание минерального азота в почвах.

Г. Гамзиков (1981) предложил метод определения ориентиро­вочных доз азотных удобрений по содержанию свободного нитратного и аммонийного азота в пахотном слое почв перед посевом. Однако в этом методе не учитывается количество подвижного и адсорбированного азота. Тем не менее он имеет преимущество над другими методами определения доз азотных удобрений, при которых содержание минерального азота в почвах в расчет вообще не берется, а дозы определяют или, например, по соотношению выноса растениями из почвы с урожаем азота и фосфора, или с помощью других расчетов. Это приводит к большому завышению доз азотных удобрений, снижает качество растениеводческой продукции, причиняет вред экологической обстановке.

Наиболее полное представление о содержании минерального азота в почвах перед посевом дает сумма всех трех групп азота нитратного и аммонийного в слое 0—100 см в западных районах Рос­сии, 0—60 см — в восточных районах европейской части России и 0—40 см — в Средней Сибири, так как в слоях этой мощности наблюдается большей частью миграция нитратов в суглинистых почвах. Из этих слоев наиболее вероятно также усвоение минераль­ного азота корнями растений.

ФОСФОР В ПОЧВАХ. Фосфор является «дефицитным» элементом, так как в мире запасы фосфатного сырья (апатитов и фосфоритов) для производства фосфорных удобрений невелики. Наряду с этим содержание валового фосфора (Р2О5) в почвах низкое — 0,05—0,25 % (от 1 до 5 т/га в пахотном слое 0—20 см). Основное его количество растениям труднодоступно, а фосфор удобрений сильнее, чем азот и калий, закрепляется почвами в неподвижные формы. Естественных путей возобновления запасов фосфора в отличие от азота в почвах нет.

Соединения фосфора в твердой фазе почв по доступности растениям подразделяются на пять групп (по Ф. В. Чирикову). I группа — наиболее доступные растениям, легко переходят в раствор под воздействием угольной кислоты — фосфаты щелочей и NH4, одно- и двузамещенные фосфаты Са и Mg, Mg3(P04)2, часть Са3(Р04)2. II группа — ближайший резерв фосфора для питания растений —это Саз(Р04)2, часть фосфора фосфорита и апатита, часть А1Р04 и часть органических фосфатов; извлекаются раствором уксусной кислоты. III группа в основном представлена труднодоступными фосфатами железа и алюминия, фосфорита, апатита и фитина. IV группа — это фосфаты органического вещества почвы; непосредственно растениям недоступны. V группа — фосфаты не выветрившихся минералов; непосредственно растениям недоступны.

Содержание разных форм соединений фосфора в почвах по группам дано в таблице 17. Их количество зависит от типа почв, минералогического и гранулометрического составов, содержания гумуса, изменяется по генетическим горизонтам и в динамике. Часть фосфора содержится в твердой фазе почв в адсорбирован­ном состоянии, в почвенных растворах (0,1—0,3 мг/л) в виде фосфат-ионов (в основном Н2Р04), которые входят в состав групп фосфатов, наиболее доступных растениям.

Для агрономических целей определяют содержание подвижных фосфатов в почвах, т. е. условную сумму ближайшего резерда и непосредственно усвояемого фосфора растениями. Для этого применяют разные химические методы извлечения фосфора в зависимости от типа почв и их свойств. По количеству подвижного фосфора проведена агрономическая группировка почв*,* которую используют для характеристики почвенных условий питания растений фосфором, составления картограмм и расчетов доз фосфорных удобрений.

За вегетационный период растения используют 5—10 % фосфора от содержания подвижных фосфатов в почвах, т. е. непосредственно усвояемый фосфор. Количество усвояемого фосфора зависит от особенностей химического состава органической и минеральной частей почв, их кислотности, гранулометрического состава и может быть охарактеризовано степенью подвижности фосфора (содержанием Р2О5. мг/л, в вытяжке 0,03 н. раствором K2S04). Использование показателя степени подвижности фосфора в агрономической группировке почв дополнительно к содержанию подвижных форм фосфора дает более полную и правильную характеристику условий фосфорного питания растений.

КАЛИЙ В ПОЧВАХ. Валового калия (К20) в почвах больше, чем азота и фосфора, вместе взятых, — 1,5—2,5 % (30—50 т/га в пахотном слое), что зависит от минералогического, гранулометрического составов и содержания гумуса. Основное количество калия находится в труднодоступных для питания растения формах. Главным источником усвояемого калия служат обменно-поглощенные и водораствори-мосолевые его формы. Обменный калий составляет 0,5—1,5 % валового. В почвенных растворах Нечерноземной зоны России содержится 30—40 мг/л калия (К20). Количество обменного калия изменяется по генетическим горизонтам почв.

Для агрономических целей разработана группировка почв по содержанию в почвах обменного калия (табл. 20).

Этой группировкой, так же как и по подвижному фосфору, пользуются для характеристики почвенных условий питания растений калием, для расчетов доз калийных удобрений и составления картограмм. Растения усваивают 10—20 % калия от его обменных форм.

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ. Микроэлементы (бор, марганец, медь, цинк, кобальт, молибден, йод и др.) играют важную биохимическую и физиологическую роль в жизни растений, а также животных и человека. Неблагоприятным является как недостаток микроэлементов в питании, так и их избыток.

Недостаток в кормах кобальта вызывает беломышечную болезнь у овец, недостаток йода в пище человека — заболевание щитовидной железы, цинка — кожные заболевания. Недостаток в по­чве подвижного бора приводит к сердцевинной гнили корнеплода сахарной свеклы, а у капусты — к рыхлости кочана, недостаток меди — к недоразвитию метелки у овса и пустозерности. Высокая концентрация в почве меди и низкая — цинка способствует забо­леванию яблони розеточностью. Избыток в пище человека молибдена приводит к развитию подагры, бора в кормах — к пневмонии и нервным расстройствам овец, бора в почвах — к побурению листьев люцерны.

На содержание микроэлементов в почвах оказывают влияние прежде всего материнские (почвообразующие) породы, принадлежащие к тем или иным геохимическим провинциям. Геохимичес­кие провинции микроэлементов — это территории, на которых в поверхностных участках земной коры содержатся различные их количества (пониженные или повышенные). Неодинаковое содержание микроэлементов в геохимических провинциях обусловлено происхождением материнских пород, включая их генетическую связь с определенными горными системами. В результате породы различаются по составу и количественному соотношению минералов, содержащих оксиды, соли и другие соединения мик­роэлементов как примеси.

Известна приуроченность микроэлементов к первичным мине­ралам: Со, Zn — к авгиту, биотиту, ильмениту, роговой обманке; Си — к биотиту, апатиту, гранату, авгиту, полевым шпатам; В — к турмалину и т. д.

В географическом плане содержание микроэлементов в почвах и материнских породах европейской территории России в целом по­вышается в южном направлении от зоны подзолистых почв к каштановым. В Нечерноземной зоне отмечается повышение количеств меди, кобальта и марганца от центральных областей к Уралу.

В агрономических целях в почвах определяют валовые и подвижные количества микроэлементов, которые принято выражать в миллиграммах на килограмм (мг/кг) почвы. Содержание микроэлементов для некоторых почв Среднего Предуралья приведено в таблице 21. Из таблицы видно, что только небольшая часть валовых запасов микроэлементов находится в доступной для питания растений форме.

В разных типах почв распределение валовых и подвижных форм микроэлементов по профилю неодинаковое, что обусловлено особенностями состава и свойств почв, и является результатом воздействия процессов почвообразования.

Один из важных показателей поведения микроэлементов в почвах — величины их элювиально-аккумулятивных коэффициентов (ЭАК): отношение валового содержания элементов в верхних горизонтах почв к содержанию в почвообразующих породах. Величины коэффициентов зависят от почвообразовательных процес­сов, активности биогенной аккумуляции микроэлементов, реакции почв, насыщенности их основаниями, типа водного режима и других факторов.

В образовании этих почв значительное участие принимали элювиальные процессы, поэтому у многих почв коэффициенты ЭАК меньше единицы. Это означает, что содержание валовых форм микроэлементов в таких почвах ниже, чем в почвообразующих породах. Марганец во всех почвах имел положительную величину коэффициента накопления, так же как йод, благодаря своей высокой биогенности. Величина ЭАК больше единицы у дерново-карбонатных и дерново-подзолистых легких почв. В дерново-карбонатных почвах аккумулятивные процессы микроэлементов преобладают над элювиальными благодаря карбонатному геохимическому барьеру нижних горизонтов, а в легких дерново-подзолистых почвах из-за низкого содержания микроэлементов в почвообразующих породах даже незначительная их аккумуляция в гумусовом горизонте отражалась положительно на величине ЭАК.

Показатели содержания подвижных микроэлементов в почвах используют в агрономической практике для определения необходимости использования микроудобрений. В таблице 23 приведена группировка по обеспеченности растений подвижными формами микроэлементов, которую широко используют в агрономической практике.

Следует иметь в виду, что потребность сельскохозяйственных культур в тех или иных микроэлементах, как и в макроэлементах, различная. Поэтому группировка почв составлена для трех групп растений по выносу микроэлементов из почвы.

К первой группе культур невысокого выноса относятся зерновые хлеба, кукуруза, зерновые бобовые, картофель. Ко второй группе относятся культуры повышенного выноса микроэлемен­тов: корнеплоды, овощи, травы (бобовые, злаковые, разнотравье), подсолнечник, плодовые. К третьей группе высокого выноса относятся сорта интенсивного типа, а также сельскохозяйственные культуры первой и второй групп, возделываемые в условиях высо­кого агрофона, когда применяют повышенные дозы макроудобрений, осуществляют хороший уход за растениями, а также при орошении.

РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ. Самыми мощными приемами регулирования питания растений макро-и микроэлементами является внесение органических и минеральных удобрений, а также приемы обработки почв, так как они активно воздействуют на режим влажности и содержание почвенного воздуха. Большое значение имеет регулирование реакции почв с помощью известкования кислых и гипсования щелочных почв. При этом изменяются величины катионной и анионной обменной поглотительной способности почв, подвижность макро- и микроэлементов, направленность биологических и биохи­мических процессов и т. д. Эффективны агроприемы по увеличению емкости поглощения почв в результате внесения природных адсорбентов, таких, как цеолиты, бентониты, вермикулит, а также глинование песчаных почв, регулирование их температурного ре­жима, проведение мероприятий по борьбе с плоскостной водной эрозией.

Одно из условий получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур — создание комплекса благоприятных свойств почв для роста и развития растений. Нельзя ограничиваться только регулированием пищевого режима, так как свойства почв ока­зывают друг на друга прямое или косвенное влияние. Разработанный на основе научных данных обязательный комплекс свойств и режимов почв, обеспечивающий получение определенного урожая, называется *моделью плодородия.*

Создание комплекса благоприятных свойств почв согласно модели плодородия является только частью работы агронома. Для получения гарантированных урожаев необходимо также качественно осуществлять весь комплекс агротехнических мероприятий по обработке почв, борьбе с сорняками, вредителями и болезнями растений; посев должен быть проведен в лучшие сроки, хорошими семенами; уборка должна быть своевременной, без потерь и т. д.

***Контрольные вопросы и задания***

1. Какие элементы преобладают в почвах и почему?

2. Назовите формы соединений азота, фосфора и калия в почвах. Какова их доступность растениям?

3. Как охарактеризовать почвы по содержанию минерального азота и использовать эти показатели в агрономических целях?

4. Как использовать градации почв по содержанию подвижного фосфора и обменного калия в агрономической практике?

5. Какова роль микроэлементов в жизни растений, животных и человека?

***Лекция 4* Почвенные коллоиды и поглотительная способность почв**

***План лекции:* 1 Понятие о поглотительной способности почв**

 **2 Развитие учения о коллоидах и поглотительной способности почвы (К.Гедройц, Г.Вингер,Маттсон,Соколовский,Н.Антипов-Каратаев).**

 **3 Почвенно-поглощающий комплекс (ППК). Почвенные коллоиды,их состав, строение и свойства.**

 **4 Виды поглотительной способности. Показатели характеризующие поглотительную способность почвы.Значение поглотительной способности.**

 **5 Обменные катионы, их влияние на свойства почвы.**

 **6 Емкость поглощения почвы. Кислотность и щелочность почв. Буферность почв.**

Почва — сложная многофазная и полидисперсная система. В ней имеются грубые дисперсии с диаметром частиц более 0,02 нм, образующие в почвенных и грунтовых водах суспензии, более тонкие дисперсии размером 0,02—0,0001 нм — почвенные коллоиды и дисперсии на уровне молекулярного раздробления с диаметром частиц менее 0,0001 нм, которые образуют молекулярные, или истинные, растворы.

Дисперсные системы коллоидного раздробления, обладающие большой свободной поверхностной энергией, электрокинетическими свойствами, обусловливают ряд важнейших процессов, связанных с поглотительной способностью почв.

Эти явления были известны очень давно (I—II в. до н. э.) и уже использовались тогда для опреснения морской воды (пропуская ее через почву).

В пятидесятые годы XIX в. английские ученые-химики Т. Грем и Д. Уэй попытались объяснить поглотительную способность почв на основании химических явлений.

В дальнейшем, в восьмидесятые годы прошлого столетия, развитие физической и коллоидной химии позволило голландскому ученому Ван-Беммелену объяснить поглотительную способность почв наличием в них тел, находящихся в коллоидном состоянии.

В начале XX в. поглотительную способность почв методами коллоидной химии изучали швейцарский ученый Г. Вигнер и шведский ученый С. Маттсон. Их исследования позволили раскрыть некоторые закономерности физико-химического поглощения и явлений амфотерности, но они не были связаны с решением агрономических вопросов.

Видная роль в изучении поглотительной способности почв принадлежит российскому ученому К. К. Гедройцу. Для его исследований характерны широкий подход к изучению почвенных коллоидов и поглотительной способности почв и тесная связь с практическими вопросами агрономии. В дальнейшем развитие учения о почвенных коллоидах и поглотительной способности почв получило как в нашей стране, так и за рубежом (Гапон, Соколовский, Тюлин, Антипов-Каратаев, Алешин, Горбунов, Ди-Глерия, Келли и др.).

ПОЧВЕННЫЕ КОЛЛОИДЫ. Количество коллоидов в почвах различно и составляет от 1—2 до 30—40 % массы почвы. Образуются почвенные коллоиды при раздроблении более крупных частиц в процессе выветривания, путем поликонденсации в процессах почвообразования и образования гумуса, а также при химических реакциях между продуктами выветривания и почвообразования.

Коллоиды как двухфазная система состоят из дисперсной фазы (коллоидные частицы) и дисперсионной среды (почвенный раствор). Свойства почвенных коллоидов обусловлены их размерами, составом и строением.

Небольшие размеры коллоидов определяют огромную суммарную и удельную поверхность, что можно представить на примере суммарной и удельной поверхности при дроблении длины сторон куба.

От размеров удельной поверхности зависит величина поверхностной энергии, с которой связаны явления сорбции паров воды, газов и молекул других веществ. С поверхностной энергией дис­персных тел связан тепловой эффект — выделение тепла при их смачивании, который называется теплотой смачивания.

Состав почвенных коллоидов представлен минеральными, органическими и органо-минеральными соединениями.

К *минеральным коллоидам* относятся глинные минералы, колло­идные формы кремнезема, оксиды железа и алюминия. *Органические коллоиды* представлены в основном веществами гумусовой и белковой природы. В коллоидно-дисперсном состоянии могут находиться полисахариды и другие органические соединения. *Органо-минеральные коллоиды* представлены преимущественно соединениями гумусовых веществ с глинными минералами и осажденными формами оксидов железа и алюминия.

Поглотительная способность этих трех групп соединений проявляется в разной степени и обусловлена не только удельной поверхностью, но и строением коллоидов, наличием двойного электрического слоя ионов на границе раздела между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Общая схема строения коллоида приведена на рисунке 5.

Коллоидную частицу, по предложению Г. Вигнера, называют *мицеллой.* Ядро мицеллы представляет собой агрегат недиссоциированных молекул какого-либо вещества. Например, глинные минералы (каолинит, монтмориллонит и др.), гуминовые кислоты,



коллоидные формы кремнезема и др. На границе с диспер­сионной средой в результате диссоциации внешних молекул ядра или поглощения ионов из дисперсионной среды, на поверхности ядра формируется *двойной электрический слой ионов* (ионогенный слой). Он состоит из внутрен­него потенциалопределяющего слоя прочно связанных с ядром неподвижных ионов и внешнего слоя компенсирующих противоположно заряженных ионов. Ядро с потенциалопределяющим слоем ионов Рис. 5. Схема строения коллоидной называется *гранулой,* гранула и мицеллы (по Н. И. Горбунову) слой компенсирующих ИОНОВ - *частицей.* Часть ионов ком­пенсирующего слоя прочно связана с потенциалопределяющим слоем, часть его диффундирует в почвенный раствор, образуя внешний, или диффузный, слой.

В результате диффузии внешнего слоя между потенциалопределяющим и диффузным слоями возникает разность потенциалов, которая обусловливает заряд коллоидной частицы и называется *электрокинетическим* или *дзета-потенциалом.* Величина дзета-по­тенциала колеблется от 0 до 40—60 мВ. Когда электрокинетический потенциал равен 0, коллоид находится в электронейтральном, или изоэлектрическом, состоянии, называемом *изоэлектрическои точкой коллоида.*

В зависимости от состава ионов в потенциалопределяющем слое коллоиды могут иметь отрицательный, положительный или переменный заряды. Коллоиды, содержащие в потенциалопределяющем слое анионы, заряжены отрицательно и называются *ацидоидами,* содержащие в потенциалопределяющем слое катионы заряжены положительно и называются *базоидами.* Коллоиды, способные менять характер диссоциации молекул двойного электрического слоя ионов в зависимости от реакции среды, имеют переменный заряд и ведут себя как базоиды или как ацидоиды. Такие коллоиды получили название *амфолитоидов.*

Согласно правилу Маттсона, если два соединения при диссоци­ации дают один общий ион, то они взаимно подавляют диссоциацию друг друга.

Так же ведут себя при изменении реакции и коллоиды гидроксидов железа.

При определенной реакции среды диссоциация амфолитоидов идет в равной степени как по основному, так и по кислотному типу. Коллоидная система в этом случае будет *электронейтральной,* а величина рН называется *изоэлектрической.*

Считается, что большинство почвенных коллоидов — ацидоиды, в диффузном слое которых находятся катионы, способные к обменным реакциям; присутствуют амфолитоиды; типичных базоидов в почве нет.

К ацидоидам относят большинство минеральных, органических и органо-минеральных коллоидов. Это глинные минералы, коллоидные формы кремнезема, гумусовые кислоты, соединения гумусовых кислот и их производных с минеральной частью почвы.

К амфолитоидам относят группы минеральных высокодисперсных форм гидроксидов железа и алюминия, некоторых глинных минералов (монтмориллонит и др.), а также органических коллоидов, представленных белковыми веществами, в основном плазмой микроорганизмов, изоэлектрическая величина рН которых равна 4—4,5, для гидроксидов железа —7,1 и для гидроксидов алюминия—8,1.

Наличие заряда обусловливает электрокинетические свойства почвенных коллоидов. К ним относят коагуляцию и пептизацию коллоидной системы.

В зависимости от наличия или отсутствия заряда коллоиды могут находиться в состоянии золя или геля.

*Золь* — коллоидный раствор. Обусловлен наличием заряда в коллоидной системе; представляет состояние коллоидно раздробленного вещества, рассеянного в дисперсионной среде.

*Гель* — коллоидный осадок. При отсутствии заряда в коллоидной системе дисперсная фаза укрупняется и отделяется от дисперсионной среды.

*Коагуляция* — переход коллоида из состояния золя в состояние геля. Коагуляция может происходить под действием электролитов, при взаимодействии двух противоположно заряженных коллоидных систем, при высушивании или замораживании почв, сопровождающихся дегидратацией. Коагуляция — положительный процесс. В скоагулированном (осажденном) состоянии могут находиться, например, органические коллоиды в результате их взаимодействия с поливалентными катионами. Коагуляция способствует образованию почвенной структуры, уменьшению связности тяжелых по гранулометрическому составу почв, сохранению от вымывания коллоидов, обусловливающих важнейшие агрономические свойства почвы.

*Пептизация —* переход от состояния геля в состояние золя. Она связана с восстановлением заряда коллоидной системы, повышением ее дзета-потенциала, обусловленным главным образом действием растворов щелочей и гидролитически щелочных солей. Например, за счет образования гумусовых солей щелочных металлов, чаще всего натрия. При пептизации разрушается структура, коллоиды распыляются и приобретают способность к передвижению по почвенному профилю; верхние горизонты почв обедняются коллоидами, что отрицательно сказывается на многих агрономически важных свойствах почвы.

Коллоиды почвы обладают способностью поглощать молекулы воды. Эта способность называется *гидратацией* коллоида. Гидрофобные коллоиды практически не гидратируются, почвы характеризуются плохой смачиваемостью, при насыщении почвы высоко-гидратированными катионами происходит пептизация почвенных коллоидов.

ВИДЫ ПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ. Способность почвы поглощать пары, газы, задерживать растворенные или взмученные в почвенном растворе вещества или части их, живые организмы называется *поглотительной способностью.*

К. К. Гедройц выделил пять видов поглотительной способности — четыре абиотических вида: механическая, физическая, физико-химическая, или обменная, химическая и пятый вид — биологическая поглотительная способность.

Совокупность частиц почвы, обладающих абиотической катионной или анионной поглотительной способностью, называется, по К. К. Гедройцу, *почвенным поглощающим комплексом* (ППК).

С физической точки зрения, ППК представляет собой совокупность веществ в тонкодисперсном состоянии (коллоиды). В химическом отношении это нерастворимые в воде солеобразные алюмосиликатные, органические и органоминеральные соединения.

*Механическая поглотительная способность* — это свойство почвы задерживать (подобно фильтру) твердые частицы, взмученные в фильтрующейся воде, размеры которых превышают размеры почвенных пор.

Это свойство зависит от размера и формы почвенных пор, которые обусловлены гранулометрическим, агрегатным составами, плотностью почвы. Песчаные, крупноагрегатные, рыхлые почвы обладают слабой механической поглотительной способностью. Наоборот, глинистые почвы способны полностью поглощать из почвенных суспензий частицы размером более 0,001 мм.

В природе механическое поглощение взвешенных в почвенной воде частиц происходит при промывном режиме пористых и трещиноватых почв.

Явление механического поглощения используют для очистки питьевых и сточных вод путем их фильтрации через почву, для заиливания (кольматирования) дна и стенок каналов, водохранилищ в целях уменьшения потерь воды на фильтрацию.

*Физическая поглотительная способность —* это поглощение це­лых молекул газов, вещества, растворенного в воде, изменение его концентрации на поверхности твердых почвенных частиц. Эту поглотительную способность еще называют *молекулярной адсорбцией.*

Физическая поглотительная способность протекает на границе твердой и жидкой фаз. Она обусловлена наличием большой свободной поверхностной энергии, которая равна произведению поверхностного натяжения раствора на суммарную величину поверхности частиц.

Известно, что всякая дисперсная система стремится уменьшить свою поверхностную энергию. Она может быть уменьшена, во-первых, за счет укрупнения дисперсной фазы (коагуляция) и, во-вторых, за счет уменьшения поверхностного натяжения раствора.

Вещества, способные понижать поверхностное натяжение системы (поверхностно-активные вещества), концентрируются на поверхности твердых частиц почвы и испытывают *положительную физическую адсорбцию.* К таким веществам относятся органические кислоты, спирты, алкалоиды, высокомолекулярные органические соединения.

Чем длиннее углеводородная цепь, тем сильнее понижение по­верхностного натяжения системы, тем выше поглощение, так как свободная энергия поверхностного слоя насыщается за счет связывания поглощенного вещества.

Вещества, способные повышать поверхностное натяжение системы, отталкиваются от почвенных частиц и испытывают *отрицательную физическую адсорбцию.* К таким веществам относятся неорганические кислоты, соли, основания, органические вещества с большим количеством гидроксильных групп (сахара).

Из этого следует, что такие соли, как нитраты, хлориды и другие, слабо удерживаются в почве и могут вымываться за пределы корнеобитаемого слоя, а в условиях промывного водного режима — и за пределы почвенного профиля. В агрономической практике важно знать и учитывать эти особенности физического поглощения. Они, в частности, могут привести к непродуктивным потерям вносимых азотных удобрений, что расценивается как отрицательное явление или как положительное при удалении С1-ионов, входящих в состав калийных удобрений, ухудшающих качество продукции некоторых сельскохозяйственных культур.

К физическому поглощению относится также поглощение почвой паров, газов из газообразной фазы почвы. По энергии поглощения газы представляют следующий ряд:

02 = Н2 < N02 < С02 < NH3 < H20 (пар).

Легче всего поглощаются водяные пары. При этом выделяется теплота смачивания, которая тем выше, чем больше в почве органического вещества и глинистых частиц.

Газы могут поглощаться лишь сухими участками почвенных частиц. Из газов наиболее высокой энергией поглощения отличаются аммиак и диоксид углерода.

Чем легче сгущаются пары и газы, тем легче и интенсивнее они поглощаются почвой. Понижение температуры и повышение атмосферного давления увеличивают поглощение газов.

Почва является хорошим поглотителем дымных и газообразных отравляющих веществ (ОВ). Ее можно использовать как подручное средство для защиты от них.

Наличие поглощенных газов — причина затрудненного смачивания сухих почв в момент ливня или полива. Для замещения поглощенного воздуха водой требуется длительное время, прежде чем произойдет полное смачивание почвы и наступит нормальное впитывание влаги. При быстром поливе или сплошном затоплении десорбирующийся воздух, стремительно вырываясь из почвы, разрушает ее структуру. Чтобы этого не происходило, полив должен быть умеренным, как правило, дождеванием/^

На поверхности твердых частиц удерживаются также разнообразные микроорганизмы, но термин «адсорбция» по отношению к ним может быть применен лишь условно. Д. Г. Звягинцев предлагает вместо него термины «прикрепление», «прилипание», «адгезия» (силы молекулярного притяжения).

Различные почвы обладают неодинаковой способностью поглощать микроорганизмы. Чем тяжелее гранулометрический состав, чем больше в почве содержится гумуса, тем выше поглотительная способность почв по отношению к микроорганизмам. Бактерии при поглощении их почвой снижают свою биохимическую активность, благодаря чему улучшаются санитарные условия местности, очищаются воды колодцев, грунтовых вод.

Таким образом, физическая поглотительная способность имеет экологическое значение, влияет на состояние окружающей природной среды.

*Химическая поглотительная способность (хемосорбция)* — это способность почвы закреплять в форме труднорастворимых соединений ионы, поступающие в раствор.

Кроме образования новой твердой фазы (труднорастворимого осадка) химическая поглотительная способность может осуществляться за счет осадочной сорбции фосфатов на поверхности труднорастворимых гидроксидов, комплексообразовательной сорбции, хемосорбционного и адгезионного взаимодействия при воз­никновении сорбционных глиногумусных комплексов, играющих роль в образовании органо-минеральных почвенных коллоидов.

Кроме природы аниона на его химическое поглощение оказывают влияние состав коллоидов и реакция среды. Чем больше в почве амфолитоидов и чем кислее реакция среды, тем сильнее выражено химическое поглощение аниона. Гумусовые вещества снижают интенсивность поглощения фосфатов.

Химическая поглотительная способность имеет большое значение в закреплении почвами анионов фосфорной кислоты, а также органического вещества и катионов поливалентных металлов. Поглощение фосфатов приводит к накоплению фосфора в почве, но снижает его доступность растениям. В связи с этим при внесении особенно фосфорных удобрений учитывают взаимодействие их с почвой, способность к химическому поглощению. Для уменьшения химического поглощения используют гранулированные удобрения, применяют способы внесения, обеспечивающие большие их контакты с корневыми системами растений.

*Биологическая поглотительная способность* проявляется в возможности живых почвенных организмов (корни растений, микроорганизмы) поглощать из почвы различные вещества, катионы и анионы.

Особенностью этой поглотительной способности является ее избирательность, т. е. усвоение ионов, жизненно необходимых веществ, специфичных для каждого вида организмов. Благодаря избирательной способности осуществляются биологическая транс­формация, миграция и аккумуляция веществ, приводящие со временем к формированию почвенного плодородия.

Таким образом, биологическая поглотительная способность играет важную роль в плодородии почв и имеет большое агрономическое значение.

Благодаря биологическому поглощению в почве удерживаются от вымывания весьма важные элементы питания растений. При минерализации органических веществ био­логически поглощенные соединения вновь поступают в почвенный раствор и становятся доступными новым поколениям растительных и животных организмов. Ежегодно растения на каждом гектаре поглощают и возвращают в почвы сотни килограммов химических элементов (Ковда, 1973).

Емкость катионного поглощения корней растений колеблется от 10 до 80 мг . экв/100 г. Бобовые растения — более активные сорбенты, чем злаки.

В результате жизнедеятельности растений, животных, микроорганизмов в почве образуются высокодисперсные органические (гумусовые), органо- минеральные вещества, составляющие сорбционные барьеры в почве, способные удерживать за счет обменного и необменного поглощений различные вещества. На сорбционных барьерах могут накапливаться Ni, Со, Си, Zn, Hg, Ba и другие металлы; К, Cs, Zn, Си и другие элементы могут удерживаться глинными минералами и гумусовыми веществами в необменной форме.

Процессы биологического поглощения, меняя концентрацию и состав почвенного раствора, влияют на его равновесие и состояние почвенного поглощающего комплекса.

*Физико-химическая,* или *обменная, поглотительная способность —* это способность почвы поглощать и обменивать ионы, находящиеся на поверхности коллоидных частиц (в диффузном слое), на ионы почвенного раствора.

Если потенциалопределяющий слой почвенных коллоидов заряжен отрицательно, то обмениваются катионы, если заряд положительный — обмениваются анионы.

Основные закономерности обменного поглощения катионов заключаются в следующем.

1. Обмен происходит в эквивалентных количествах по законам обменных химических реакций.
2. Любой поглощенный катион может быть вытеснен и заменен любым другим катионом почвенного раствора.
3. Энергия поглощения и вытеснения катионов различна и зависит от величины валентности и атомной массы.

Энергия поглощения с увеличением валентности возрастает: **м+ < м2+ < м3+.**

Г. Вигнер дал объяснение этой закономерности, исходя из тео­рии гидратации ионов. Чем больше гидратационная оболочка, тем меньшей энергией поглощения обладает ион. Гидратированность иона зависит от радиуса (размера) иона.

Чем меньше радиус иона, тем выше плотность электростатического напряжения на его поверхности (самопотенциал), тем в большей степени он гидратирован. Исключение представляет комплексный ион NH-, обладающий большей гидратацией, чем ион К+, меньший по размеру.

Ион водорода обладает высокой энергией поглощения. В водном растворе он присоединяет одну молекулу воды (Н20) и образует гидроксоний (Н30+), который поглощается сильнее, чем другие одновалентные катионы.

На энергию поглощения оказывает влияние концентрация иона в почвенном растворе. Катион натрия, обладающий меньшей способностью к внедрению, чем катионы аммония и калия, может обменно поглощаться только при высокой концентрации их в по­чвенном растворе.

1. Обменное поглощение носит обратимый характер.
2. Скорость обмена обусловлена строением ядер коллоидных частиц, строением кристаллических решеток глинных минералов, величины внутримицеллярной порозности. Скорость обмена велика, почти мгновенная, если она развивается на внешних поверх­ностях коллоидов и может продолжаться долго (несколько суток) при внутримицеллярном обменном поглощении.

В поглощенном состоянии в почве могут находиться различные катионы: Са2+, Mg2+, K+, Na+, H+, Al3+, Fe2+, Mn2+ и др.

Общее количество всех поглощенных катионов, по К. К. Гедройцу, называется *емкостью поглощения* (7). Ее характеризуют с некоторой условностью емкостью катионного обмена (ЕКО) и выражают в мг • экв на 100 г почвы.

Суммарное количество всех обменных катионов, за исключением Н+ и А13+, называют *суммой обменных оснований (S),* которая также выражается в мг • экв на 100 г почвы. Доля суммы поглощен­ных оснований от емкости поглощения, выраженная в процентах, называется *степенью насыщенности почв основаниями:*

В различных почвах количество и состав обменных катионов, емкость поглощения, степень насыщенности основаниями неодинаковы.

Емкость поглощения зависит от содержания в почвах коллоидов и их природы. Чем больше в почве гумусовых веществ и ила, содержащего минералы монтмориллонитовой группы, тем выше ЕКО. Состав обменных катионов и степень насыщенности основаниями отражают особенности почвообразовательных процессов.

Наибольшая емкость поглощения характерна для черноземов типичных высокогумусных, в составе обменных катионов которых преобладают Са2+ и Mg2+; степень насыщенности этих почв основаниями составляет 100%. В дерново-подзолистых почвах с небольшим содержанием гумуса емкость поглощения низкая; в составе обменных катионов кроме Са2+ и Mg2+ присутствуют Н+ и А13+; почвы характеризуются низкой насыщенностью основаниями. В иллювиальных горизонтах (В) солонцов много обменного натрия и магния; почвы полностью насыщены основаниями.

Необменное поглощение катионов (фиксация) определяется прочностью их связи с ППК. Эта часть катионов не вытесняется катионами нейтральных солей и представляет собой необменно-поглощенные, или фиксированные, катионы.

Необменному поглощению (фиксации) подвержены все почвенные катионы, но наиболее выражено оно для К+ и NH4. Необмен­ное поглощение катионов может иметь обратимый характер.

Механизм фиксации катионов до конца не изучен, но большинство исследователей считает, что переход катионов из свободного состояния в фиксированное и обратно сопровождается чередованием увлажнения и высушивания, обусловливающим набухание и усадку кристаллических решеток трехслойных глинных минералов типа монтмориллонита, особенно вермикулита.

При набухании кристаллических решеток этих минералов в межпакетные пространства, имеющие сферы радиусом 1,3— 1,65 А проникают катионы. При усадке кристаллической решетки размеры межпакетного пространства уменьшаются и катионы остаются закрепленными. Сильнее закрепляются катионы с большим радиусом— 1,33 А (К+); 1,43 A (NH^), а также 1,49; 1,65 А (Rb+ и Cs+).

Фиксирующая способность почв по отношению к катионам зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса. Чем больше гумуса и тяжелее почва, тем выше способность почв поглощать катионы.

Обменное поглощение анионов возможно при наличии в ППК положительно заряженных участков. Закономерности обменного поглощения анионов те же, что и для обменного поглощения катионов. Лучше других поглощаются анионы гидроксила и фосфат-ионы. Состав почвенного поглощающего комплекса обусловливает химическое осаждение фосфатов.

Поглощение анионов в почве усиливается при ее подкислении, так как происходит увеличение базоидной части почвенных коллоидов (подзолистые почвы, красноземы). Большое значение име­ет содержание в почве оксидов железа и алюминия (R2O3) и соотношение Si02: R203. Чем меньше это соотношение, т. е. чем больше в почвах амфолитоидов, тем выше в условиях кислой среды анионная емкость поглощения. Поскольку поглощение различных анионов в почве происходит физическим, химическим и физико-химическим путем, его важно учитывать при внесении минеральных удобрений (азотных и фосфорных). Так, анионы NOJ, С1~ испытывают слабое физическое и обменное поглощение. Фосфат-ионы, наоборот, испытывают сильное химическое и обменное поглощение.

ВИДЫ ПОЧВЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ И ЩЕЛОЧНОСТИ. Состав поглощенных катионов определяет многие свойства почв; с ними связаны кислотность и щелочность.

Кислотность почвы — способность почвы подкислять воду, а также растворы солей. Различают два вида почвенной кислотности: актуальную и потенциальную.

*Актуальная кислотность* характеризует активность свободных ионов Н+ в почвенном растворе и вызвана наличием в нем свободных кислот, гидролитически кислых солей и степенью их диссоциации. Для большинства почв актуальная кислотность обусловлена угольной кислотой и ее солями. Величина актуальной кислотности выражается в мг • экв • Н+ на 100 г почвы или в рН (отрицательный логарифм активности ионов водорода). Нейтральную реакцию характеризует рН 7, кислую — рН < 7 и щелочную — рН >7 .

Актуальная кислотность определяется в водной вытяжке или суспензии, в связи с чем к индексу рН добавляется буквенный ин­декс «в» или «Н20» (рНв или рНн2о)-

В почвах рНв может находиться в пределах от 4 до 8 и более. Крайне низкие значения рН характерны для некоторых торфяно-болотных и болотно-подзолистых почв. Для подзолистых, дерново-подзолистых почв и красноземов рНв равен 4,5—5,6, для серых лесных оподзоленных — 5,5—6,5, черноземов, каштановых, серо­земов — 6,5—7,5, в карбонатных почвах, солонцах, солончаках рНв более 8,5.

Различные сельскохозяйственные культуры и микроорганизмы по-разному относятся к актуальной кислотности (табл.).

**Значение pHs дня развития растений и микроорганизмов** (Прянишников, 1940; Ковда, 1973)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Растения | Оптимум рНв | Пределырн. | Растения, микроорганизмы | Оптимумрн. | Пределырн. |
| Пшеница | 6-7 | 5-8 | Чайный куст | 4,5-6,0 |   |
| Ячмень | — | 6-7,2 | Лен | 5-8 | 4-7 |
| Рожь | 5-6 | 4-7 | Табак | 4,5-6,5 | — |
| Овес | 5-6 | 4-8 | Люпин | 4-5 | 4-6 |
| Картофель | 5 | 4-8 | Горох | 6-7 | 5-8 |
| Люцерна | 7-8 | 6-8 | Грибы | 3,5-6,0 | — |
| Клевер | 6,0-6,5 | 5-8 | Азотобактер | 6-8 | — |
| Хлопчатник | 6,0-7,3 | 6-8 | Нитрификаторы | 6,8-8,0 | — |
|  |  |  | Денитрификаторы | 7,0-8,0 | — |

Для большинства культур сильнокислая или сильнощелочная реакция водной вытяжки отрицательно сказывается на развитии растений. Так, для условий черноземов Алтайского Приобья (Бурлакова, 1984) из множества значений наиболее вероятная урожайность зерна яровой пшеницы находится в следующей зависимости от величины рНв пахотного слоя:

рНв Урожайность, т/га рНв Урожайность, т/га

<6,3 0,6-0,8 7,1-7,5 0,9-1,1

6,4-6,5 2,1-2,3 7,8-8,0 0,6-0,8

6,6-7,0 1,8-2,0 >8,1 <0,5

*Потенциальная кислотность* определяется количеством Н+ и А13+, находящихся в почвенном поглощающем комплексе. Это кислотность твердой фазы почвы. Потенциальная кислотность подразделяется на обменную и гидролитическую.

*Обменная кислотность* определяется количеством поглощенных Н+ и А13+, вытесняемых из почвы катионами нейтральных солей. Образующаяся соляная кислота характеризует обменную кислотность. Она может быть выражена в мг . экв. на 100 г почвы, в рНКС1 или в рНс, где «с» — дополнительный буквенный индекс, показывающий, что реакция определяется в солевой вытяжке почв. При обработке почвы раствором нейтральных солей не все поглощенные ионы водорода и алюминия вытесняются из почвенного поглощающего комплекса. Более полное вытеснение их происходит при действии раствора гидролитически щелочных солей.

*Гидролитическая кислотность* определяется количеством поглощенных Н+ и А13+, вытесняемых гидролитически щелочной со­лью (CH3COONa).

Количество образующейся уксусной кислоты, эквивалентное количеству поглощенных водорода и алюминия в почве, определя­ет величину гидролитической кислотности, выражаемую в мг . экв. Н+ на 100 г почвы; обозначают ее Нг.

Гидролитическую кислотность рассматривают как суммарную кислотность *почвы,* состоящую из актуальной и потенциальной кислотности. Ее величина обусловливает ненасыщенность почв основаниями.

Щелочность почв различают актуальную и потенциальную.

*Актуальная щелочность* обусловлена наличием в почве гидролитически щелочных солей которые при диссоциации определяют повышенную концентрацию гидроксид-ионов.

Актуальная щелочность выражается величиной рНв или величиной титровальной щелочности в мг . экв. на 100 г почвы.

*Потенциальная щелочность* обусловлена содержанием обменно-поглощенного Na, который может переходить в раствор и подщелачивать его.

Сильная щелочность почвы, как и кислотность, оказывает неблагоприятное действие на развитие растений и микроорганизмов, усиливает пептизацию почвенных коллоидов, ухудшает структурное состояние почвы и ее физические свойства.

БУФЕРНОСТЬ ПОЧВ. В широком смысле она характеризует способность почвы про­тивостоять изменению концентрации почвенного раствора, его щелочно-кислотного, окислительно-восстановительного состояний и др. Чаще под буферностью понимают способность почвы лишь противостоять изменению ее актуальной реакции под воздействием различных факторов.

Накопление в почве кислых продуктов разложения органического вещества, выделение углекислоты корневыми системами, образование азотной кислоты в процессе нитрификации, внесение физиологически кислых или физиологически щелочных минеральных удобрений приводят к изменению реакции почвенного раствора. Но в различных почвах вследствие их неодинаковой буферной способности это изменение происходит по-разному.

Буферность проявляется либо против подкисления, либо против подщелачивания. Кислота или щелочь, появляющаяся в почвенном растворе, вступает во взаимодействие с ППК, что уменьшает изменение реакции. Почвы, в ППК которых находятся Са2+ и другие ка­тионы оснований, проявляют буферность против подкисления, а в ППК которых находится Н+ — против подщелачивания:

[ППК]Са2+ + 2НС1 = [ППК]2Н+ + СаС12; [ППК]2Н+ + Са(ОН)2 = [ППК]Са2+ + 2Н20.

Буферность почвы определяется и другими свойствами ее твердой фазы, а также наличием в почвенных растворах буферных систем, состоящих из слабых кислот и их солей с основаниями. Например, Н2С03 и Са(НС03)2.

Буферность почвы измеряется количеством миллилитров кислоты или щелочи, которое необходимо внести в почву, чтобы изменить реакцию (рН) в почвенном растворе.

Буферность почвы обычно выражают графически с помощью кривых буферности чистого кварцевого песка (практически не имеющего буферности) и исследуемой почвы, изображающих изменение рН при добавлении кислот или щелочей.

На величину буферности оказывают влияние минералогический и гранулометрический составы почвы, содержание гумуса, емкость поглощения, состав обменных катионов.

Чем больше в почве вторичных минералов (особенно монтмориллонита), чем тяжелее гранулометрический состав и чем больше в почве коллоидов, гумуса и выше емкость поглощения, тем выше буферность почвы.

Буферность почв - один из важнейших элементов почвенного плодородия. Она позволяет сохранять благоприятные для растений свойства почв (у черноземов) или оказать сопротивление приемам по регулированию реакции почвенного раствора и твердой фазы почвы (у подзолов, красноземов, солонцов).

Для преодоления буферности почв требуется внесение повышенных доз химических мелиорантов.

Почвы с низкой буферностью, способные резко изменять реакцию почвенного раствора при внесении, например физиологически кислых и физиологически щелочных удобрений, нуждаются в систематическом внесении высоких доз органических удобрений для увеличения их емкости поглощения и буферной способности.

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ И ЕЕ РОЛЬ В ПЛОДОРОДИИ. Поглотительная способность почв, состав обменных катионов и связанные с ними свойства (сорбционные, кислотность, щелочность, буферность и др.) в значительной степени определяют характер почвообразования и формирования почвенного плодородия.

Исследованиями К. К. Гедройца, О. К. Кедрова-Зихмана и других ученых доказаны доступность всех поглощенных катионов ра­стениям и большое значение ионов в питании растений.

В стационарных опытах К. К. Гедройца с полным насыщением почв каким-либо одним катионом установлена огромная роль поглощенного Са2+ для роста, развития и продуктивности растений. На почвах, искусственно насыщенных одним из катионов Mg2+, Mn2+, Fe3+, Al3\*, H+, растения гибнут. Внесение извести (СаС03) улучшает развитие растений, особенно на почвах с кислой реакцией, насыщенных А13+ или Н+. На почвах, насыщенных одним из катионов NH+, Na+, К+, Cd2+, Ba2+, Ni2+, Со2+, Cu2+, растения гибнут. Первые три катиона вызывают щелочную реакцию, остальные ядовиты для растений.

Избыток этих катионов, попадающих в почву с техногенными выбросами, вызывает не только снижение продуктивности сельскохозяйственных культур, но и в значительной степени ухудшает качество продукции, так как эти элементы вредны для животных и человека. Это создает экологическую проблему борьбы с химическим загрязнением почв и производства экологически безопасных продуктов питания.

Поглотительная способность почв задерживает попадающие в них загрязняющие вещества (тяжелые металлы и др.), препятствуя их поглощению растениями и просачиванию в грунтовые воды. Нередко образующиеся при этом соединения обладают низкой подвижностью и слабой доступностью растениям, что снижает токсичное действие различных соединений, накапливаемых при загрязнении почв. Например, токсичное действие соединений свинца, поступающего в почву извне, проявляется при значительно меньших концентрациях на малогумусных, с более низкой емкостью катионного обмена дерново-подзолистых почвах, чем на черноземах, обладающих высокой емкостью катионного обмена.

Однако природная сопротивляемость почв, их естественная буферность, способствующая снижению негативного влияния загрязняющих веществ на растительные и животные организмы, не беспредельна. Чем тяжелее гранулометрический состав, чем выше гумусированность почв и емкость их катионного обмена, тем выше буферность почв, снижающая токсический эффект от поступающих в почву загрязняющих веществ.

Таким образом, емкость катионного обмена и состав обменных катионов во многом определяют плодородие почв. Для уравновешивания почвенного раствора как питательной среды необходи­мо, чтобы в ППК находился не только поглощенный Са2+, но и в небольшом количестве имелись бы Mg2+, K+, NHt, Na+ или Н+, а также необходимые для растений микроэлементы Mn2+, Cu2+, Со2+, Zn+2, Ni2+ и др.

Многие приемы внесения минеральных удобрений направлены на регулирование состава ППК и создание оптимальных условий для питания растений.

РЕГУЛИРОВАНИЕ КАТИОННОГО СОСТАВА ПОЧВЕННОГО ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА. Приемы регулирования катионного состава почвенного поглощающего комплекса, определяющего кислую или щелочную реакцию, разработаны К. К. Гедройцем. Это известкование кислых и гипсование щелочных почв (химическая мелиорация), теоретической основой которых является учение о поглотительной способности.

В агрономической практике степень кислотности или щелочности почв характеризуют по величинам обменной кислотности и актуальной щелочности.

Для борьбы с кислотностью почв проводят известкование, вносят известь (СаС03), которая взаимодействует с ППК по следующей схеме.

Почвенный поглощающий комплекс насыщается Са2+, почвенная кислотность нейтрализуется. Потребность в известковании определяется с использованием степени насыщенности почв основаниями. Например, при рНКС1 = 4,51—5,50.

*Степень насыщенности основаниями, % Потребность почв в известковании*

Ниже 50 Сильно нуждаются

50—70 Средне нуждаются

70—80 Слабо нуждаются

Более 80 Не нуждаются

В расчетную дозу извести должны быть внесены поправки на процентное содержание действующего вещества, влажность и тонину помола известкового материала.

Кальций является химическим аналогом стронция, в том числе 90Sr, который появляется в почве при радионуклидном ее загрязнении. Обогащение почвы Са2+ путем известкования способствует уменьшению поступления 90Sr в растения. В связи с этим известкования рекомендуют проводить в зонах загрязнения радиоактивными выпадениями.

Для щелочных солонцовых почв доза химического мелиоранта (гипса), как правило, обусловлена количеством Са2+, обеспечивающего замену поглощенного Na+ и нейтрализацию избыточной Щелочности.

Одним из методов расчета доз гипса для мелиорации щелочных (солонцовых) почв является метод, использующий содержание в почве активно поглощенного Na+, равного общему содержанию поглощенного Na+ минус 5 % поглощенного Na+ от емкости катионного обмена, поскольку содержание поглощенного Na+ до 5 % от ЕКО не вызывает неблагоприятных солонцовых свойств почв:

Осуществление приемов химической мелиорации кислых и щелочных почв высокоэффективно.

***Контрольные вопросы и задания***

1. Расскажите о происхождении, составе, строении и основных свойствах почвенных коллоидов.

2. Как появляется заряд почвенных коллоидов; что собой предcтавляют-ацидоиды, базоиды и амфолитоиды? В чем состоит агрономическое значение коагуляции и пептизации почвенных коллоидов?

3. Дайте понятие и раскройте сущность и агрономическое значение механической и биологической поглотительной способности.

4. В чем сущность химической поглотительной способности? Каково ее агрономическое значение?

5. Раскройте сущность и основные закономерности физико-химической или обменной поглотительной способности, обменного или необменного поглощения катионов.

***Лекция 5* Структура почвы**

***План лекции:* 1 Понятие о структуре почвы. Виды структуры и их основные показатели.**

 **2 Агрономическое значение структуры почвы**

 **3 Образование структуры (факторы структурообразования).**

 **4 Разрушение и восстановление структуры почвы**

 **5 Мероприятия по сохранению, улучшению и восстановлению структуры в пахотных почвах.**

Почва является полидисперсным и пористым телом. Ее твердая часть состоит из частиц различного размера — механических элементов. Они могут находиться в раздельно-частичном (бесструктурном) состоянии или в виде структурных отдельностей (агрегатов). При любом уплотнении механических элементов и агрегатов между ними всегда имеются поры. С наличием пор и их размером тесно связаны проникновение корней, воды и воздуха, воздухообмен, запас, расход и передвижение влаги, нагревание и охлаждение почвы, интенсивность и направленность микробиологических процессов, т. е. важнейшие показатели плодородия почвы — ее способности обеспечивать растения водой, воздухом, элементами питания и в определенной степени теплом.

Особенности почвы как полидисперсного и пористого тела определяют ее специфические физические свойства. К ним относят структуру, общие физические, физико-механические, водные, воздушные, тепловые свойства почвы. В настоящей главе рассматриваются структура, общие физические и физико-механические свойства.

Физические свойства почвы — важный, а иногда решающий фактор формирования урожая сельскохозяйственных культур и эффективности различных приемов их возделывания.

АГРОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРЫ. Физические свойства почвы и их влияние на плодородие в большой степени зависят от ее агрегатного состояния. В главе 4 рассмотрена структура почвы как ее морфологический признак. При изучении физических свойств необходимо знать характеристику структуры с точки зрения агрономии.

Агрономически ценной структурой является *комковатая* и *зернистая* структура верхних горизонтов почвы размером от 0,25 до 10 мм, обладающая водопрочностью и связностью.

Благоприятное влияние на агрономические свойства почв оказывает и микроструктура при условии ее пористости и водопрочное. Наилучшими являются микроагрегаты размером 0,25—0,05 и 0,05—0,01 мм. Более мелкие забивают поры, ухудшают пористость, воздухо- и водопроницаемость.

*Водопрочность* — способность агрегатов противостоять разрушающему действию воды. *Связность* — устойчивость агрегатов к механическому воздействию. Структурной считается почва, содержащая более 55 % водопрочных агрегатов. Важно, чтобы структурные отдельности пахотных горизонтов не разрушались при увлажнении почвы и при механическом воздействии сельскохозяйственных машин и орудий.

Наличие такой структуры в корнеобитаемом слое создает устойчивое соотношение капиллярных и некапиллярных пор. В нем между агрегатами преобладают некапиллярные поры, а внутри агрегатов — капиллярные. Возникают хорошие условия для проникновения воды, воздуха, развития корней растений, нормальной аэрации, создания устойчивого и доступного запасов влаги. В бесструктурной почве или в почве с преобладанием неводопрочных и неустойчивых к механическому воздействию агрегатов крупные некапиллярные поры или отсутствуют, или быстро утрачиваются, почва уплотняется, и в ней господствуют капиллярные поры.

При таком строении пахотного слоя в период увлажнения все поры заполняются водой, нарушается воздухообмен. Вода не может продуктивно использоваться растениями, так как они страдают от недостатка воздуха. При просыхании почвы условия обеспечения корней кислородом улучшаются, но за счет потери воды растения начинают страдать от недостатка влаги. Для бесструктурных почв характерен антагонизм между водой и воздухом. Кроме того, при высыхании бесструктурных почв, особенно тяжелых, они приобретают глыбистое монолитное сложение. Таким почвам значительно труднее придать благоприятное строение пахотного слоя при обработках.

Образование агрономически ценной структуры протекает под воздействием физико-механических, физико-химических, химических и биологических факторов.

*Физико-механические* (и *физические)* факторы обусловливают крошение почвенной массы главным образом под влиянием изменяющегося давления или механического воздействия. К ним отно­сятся уплотняющее и рыхлящее действие корней, роющих и копающих животных, попеременное высушивание и увлажнение, замерзание и оттаивание почвы, воздействие почвообрабатывающих орудий.

К *физико-химическим* и *химическим* факторам относятся коагуляция почвенных коллоидов и цементирующее воздействие ряда почвенных соединений. Клеящими и цементирующими веществами могут служить гумус, глинистое вещество, гидроксиды железа и алюминия, карбонат кальция. Одни минеральные соединения без гумусовых веществ не образуют водопрочных агрегатов.

Основная роль в образовании агрономически ценной структуры принадлежит *биологическим* факторам— растительности и почвенным организмам. Помимо механического уплотняющее-рыхлящего воздействия корней растительность является главным источником образования гумуса, а гуматы кальция выступают как важнейшие клеецементирующие вещества при возникновении высокопрочных агрегатов. При высоком содержании гуматов натрия образуются неводопрочные очень плотные агрегаты.

Наиболее сильное оструктуривающее воздействие на почву оказывает многолетняя травянистая растительность. Важную положительную роль играют почвенные насекомые и животные, особенно черви.

УТРАТА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ. Структура почвы динамична. Она разрушается под воздействием механической обработки, передвижения машин и орудий, людей, животных, под ударами дождевых капель. Важнейшие пути уменьшения механического разрушения структуры — обработка почвы в состоянии ее физической спелости, а также минимализация обработок. Утрата агрегатами водопрочное может быть свя­зана с физико-химическими явлениями - заменой обменных ионов кальция и магния на ион натрия. В этом случае при увлажнении происходит пептизация клеящих гумусовых веществ и, как следствие, разрушение агрегатов. Поэтому приемы химической мелиорации (известкование, гипсование и др.), обогащая почву обменным кальцием, способствуют улучшению структуры.

Биологические причины разрушения структуры связаны с процессами минерализации гумуса.

Восстановление и сохранение структуры почв — важное условие их рационального земледельческого использования, поддержания и повышения плодородия. Его осуществляют агротехническими приемами: посев многолетних трав, обработка почвы в спелом состоянии, минимализация обработок, известкование кислых почв, гипсование солонцов и солонцеватых почв, внесение органических и минеральных удобрений.

Водопрочная структура восстанавливается под воздействием как многолетних трав, так и однолетних сельскохозяйственных растений. Однако оструктуривающее воздействие многолетних трав выше. Они развивают более мощную корневую систему, более длительное время воздействуют на почву, оставляют в почве больше органического вещества (корней и послеукосной надземной массы), благоприятного по составу для деятельности микроорганизмов, образования гумуса.

Из однолетних культур пшеница, подсолнечник, кукуруза образуют мощные корневые системы и оказывают наибольшее положительное воздействие на структурообразование. Лен, картофель, капуста, имеющие слаборазвитые корневые системы, обычно оказывают незначительное оструктуривающее действие на почву.

Большое значение в оструктуривании почв имеет систематическое применение органических удобрений — навоза, торфокомпостов, сидератов. Они являются источником образования гумуса, значительно стимулируют деятельность червей и других представителей почвенной биоты, положительно влияющей на структуро-образование.

Улучшение структурного состояния почв возможно также с помощью искусственных структурообразователей, преимущественно различных органических веществ, в частности полимеров и сополимеров, состоящих из производных акриловой, метакриловой и малеиновой кислот.

***Контрольные вопросы и задания***

1. Какие процессы определяют образование структуры, ее утрату и каковы процессы и приемы восстановления структуры почв?

2. В чем заключается роль структуры почвы в формировании ее свойств, режимов и плодородия?

***Лекция 6* Общие физические и физико-механические свойства почв**

***План лекции:* 1 Плотность твердой фазы почвы. Плотность почвы.**

 **2 Пористость и удельная поверхность почвы. Физико-механические свойства почвы (пластичность, связность, твердость, удельное сопротивление, липкость, набухание, усадка)**

 **3 Плужная подошва, поверхностное коркообразование и просадочные явления в почвах и борьба с ними.**

 **4 Влияние гранулометрического состава и агрегатного состава, гумусированности и состава обменных катионов на измерение физических и физико-механических свойств почвы, качество её обработки, рост и развитие сельскохозяйственных растений, их урожайность.**

ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. К общим физическим свойствам почвы относятся плотность твердой фазы, плотность сложения и пористость.

*Плотность твердой фазы почвы —* отношение массы ее твердой фазы к массе воды при 4°С в том же объеме. Выражается она в г/см3. Ее величина определяется соотношением в почве компонентов органической и минеральной частей. Для органических веществ (опад растений, торф, гумус) плотность твердой фазы колеблется от 0,2—0,5 до 1,0—1,4 г/см3, а для минеральных соединений — от 2,1—2,5 до 4,0—5,18 г/см3. Минеральные горизонты большинства почв имеют плотность твердой фазы от 2,4 до 2,65 г/см3, а торфяные горизонты — от 0,2—0,3 до 1,8 г/см3.

*Плотность* (или *плотность сложения) почвы* — масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении. Выражается она в г/см3. Плотность почвы зависит от минералогического и гранулометрического составов, структуры и содержания органического вещества. Она может существенно изменяться при обработках, под уплотняющим воздействием передвигающихся машин и орудий. Наиболее рыхлой почва бывает сразу после обработки, затем постепенно уплотняется, и через некоторое время ее плотность приходит в состояние равновесия, т. е. мало изменяется (до следующей обработки).

Верхние горизонты почвенного профиля, содержащие больше органического вещества, лучше оструктуренные, подвергающиеся рыхлению, имеют более низкую плотность, которая вниз по профилю возрастает. Плотность почвы сильно влияет на поглощение влаги и ее передвижение в профиле, газообмен, развитие корней, интенсивность микробиологических процессов, условия существования почвенных насекомых и животных. Оптимальная плотность корнеобитаемого слоя для большинства культурных растений 1,0—1,2 г/см3.

*Пористость* (или *скважность) почвы* — суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Ее выражают в % от общего объема почвы и вычисляют по показателям плотности почвы *(dv)* и плотности твердой фазы *(d).*

Пористость зависит от гранулометрического состава, структурности, деятельности почвенной фауны, содержания органического вещества, в пахотных горизонтах — от частоты и приемов обработки и окультуренное почвы.

Различают капиллярную и некапиллярную пористость, составляющие вместе общую пористость. Поры могут быть заполнены водой и воздухом. Некапиллярные поры обеспечивают водопроницаемость и воздухообмен, капиллярные — удерживают воду за счет капиллярных сил. Для создания хорошего и устойчивого запаса влаги при одновременном нормальном воздухообмене (аэрации) необходимо, чтобы капиллярная пористость составляла 55— 65 % общей пористости. Если она меньше 50 %, то воздухообмен ухудшается и может возникнуть анаэробиозис. Для наилучшего обеспечения растений водой и воздухом и высокой эффективности применяемых удобрений и других мероприятий по созданию высоких урожаев важно, чтобы почвы имели наибольшую капиллярную пористость, заполненную водой, и одновременно порис­тость аэрации не менее 15 % объема в минеральных и 30—40 % в торфяных почвах.

*Общая пористость в вегетационный Качественная оценка*

*период для суглинистых пористости*

*и глинистых почв,* %

>70 Почва вспушена — избыточно пористая

65—55 Культурно-пахотный слой — отличная

55—60 Удовлетворительная для пахотного слоя

<50 Неудовлетворительная для пахотного слоя

40—25 Чрезмерно низкая, характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА. К физико-механическим свойствам относятся пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость и удельное сопротивление. Физико-механические свойства имеют большое значение для оценки технологических свойств почвы - условий ее обработки, работы посевных и уборочных агрегатов.

*Пластичность* — способность почвы изменять свою форму (деформироваться) без образования трещин под воздействием внешних сил и сохранять приданную форму после прекращения механического воздействия. Пластичность обусловлена илистой фракцией и зависит от влажности почвы. Сухие почвы не обладают пластичностью. Избыточно увлажненные начинают течь и теряют пластичность. В связи с этим различают верхний и нижний пределы пластичности. Верхний определяется величиной весовой влажности, при которой почва начинает течь, нижний — при которой почву еще можно раскатать в шнур диаметром 3 мм без образования трещин. Пластичность зависит от гранулометрического, ми­нералогического и химического составов, состава обменных катионов. Наибольшей пластичностью обладают глинистые почвы, наименьшей — песчаные. Повышенное содержание обменного иона натрия увеличивает пластичность. Более гумусированные почвы характеризуются меньшей пластичностью. Пластичные почвы обладают меньшим сопротивлением к механическому воздействию. Чем выше пластичность, тем почва больше подвержена образованию колеи на ее поверхности при проходе агрегатов.

*Липкость* — способность влажной почвы прилипать к другим телам. Это свойство проявляется в определенных пределах влажности, когда сцепление между почвенными частицами меньше, чем между ними и соприкасающимися предметами. Она определяется силой, требующейся для отрыва металлической пластинки от почвы, и выражается в г/см2. По липкости почвы подразделяют (по Н. А. Качинскому): на предельно вязкие (>15 г/см2), сильновязкие (5—15), средневязкие (2—5) и слабовязкие (<2 г/см2).

Липкость оказывает отрицательное влияние на условия обработки, если состояние влажности и повышенная пластичность почвы вызывают ее прилипание к рабочим частям сельскохозяйственных машин. При этом увеличивается тяговое сопротивление и ухудшается качество обработки почвы. Липкость зависит от гранулометрического, минералогического и химического составов почвы, ее структурности и состава обменных катионов. Наибольшей липкостью обладают тяжелые бесструктурные и слабо оструктуренные почвы; насыщенность ППК ионом кальция снижает липкость, а внедрение в ППК иона натрия увеличивает ее.

*Набухание —* увеличение объема почвы при увлажнении. Выражается в объемных процентах от исходного объема почвы. Это свойство связано со способностью коллоидов почвы сорбировать воду и образовывать гидратные оболочки вокруг минеральных и органических частиц. Набухание наиболее выражено у глинистых минералов с расширяющейся решеткой, что обусловливает не только поверхностную сорбцию воды, но и проникновение ее в межпакетные промежутки минералов. При этом объем таких коллоидов может увеличиваться в 2 раза. Повышению набухаемости способствует внедрение иона натрия в ППК. Набухание — отрицательное свойство; его проявление может сопровождаться выпиранием почвенной массы, разрушением структурных отдельностей.

*Усадка* — сокращение объема почвы при высыхании. Это явление обратно набуханию и зависит от тех же факторов. Чем выше набухание почвы, тем сильнее ее усадка. Выражается она в процентах от объема исходной почвы. Усадка может вызывать разрыв корней, приводит к образованию трещин, что способствует непроизводительной потере влаги за счет испарения.

*Связность* — способность почвы сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить почвенные частицы. Выражают ее в кг/см2. Связность обусловлена силами сцепления между частицами почвы, зависит от гранулометрического, минералогического и химического составов, влажности, а также оструктуренности почвы и факторов, ее обусловливающих (гумусированности, состава обменных катионов и др.). Наибольшей связностью обладают глинистые почвы и почвы, содержащие большое количество обменного натрия. Оструктуренные почвы характеризуются меньшей связностью. Невысокую связность имеют песчаные почвы. Минимальная связность наблюдается при влажности, близкой к влажности завядания.

Учет связности почвы имеет большое значение для качества выполняемых технологических операций — рыхления, перемешивания почвенных слоев, крошения почвы, вспашки и т. п. Эти приемы должны выполняться при наименьшей связности почвы. Определение такого состояния связано с понятием «физическая спелость почвы».

*Физическая спелость* — состояние почвы, при котором она хорошо крошится на комки, не прилипая к орудиям обработки. Она определяется влажностью почвы и зависит от тех же факторов, что связность и липкость. Для среднесуглинистых почв физическая спелость наступает при следующей их абсолютной влажности (в%): дерново-подзолистые — 12—21, серые лесные — 15—23, черноземы — 15—24, каштановые — 13—25, каштановые солонцеватые — 13—20. С утяжелением гранулометрического состава ин­тервал физической спелости почв во времени и по показателям влажности становится уже.

Помимо физической спелости выделяют *биологическую спелость,* которая характеризуется таким температурным состоянием почвы, при котором активно развиваются биологические процессы (деятельность почвенной биоты, прорастание семян и др.). Для большинства почв она близка к 10 "С.

I *Твердость* — свойство почвы в естественном залегании сопротивляться сжатию и расклиниванию. Выражается она в кг/см2. Из­меряется при помощи твердомеров. Ее показатели колеблются от 5 до 60 кг/см2 и выше. Высокая твердость почвы — показатель пло­хих ее агрофизических качеств. Твердость зависит от влажности, гранулометрического состава, оструктуренности, состава поглощенных катионов, содержания гумуса. С понижением влажности почвы твердость возрастает. Почвы хорошо гумусированные и структурные имеют меньшие показатели твердости, чем малогумусные и бесструктурные. Насыщение ППК кальцием снижает твердость, а внедрение натрия в ППК значительно повышает ее. Так, у черноземов твердость в 10—15 раз ниже, чем у солонцов. Высокая твердость увеличивает тяговое сопротивление при обра­ботке, снижает всхожесть семян, затрудняет проникновение корней растений.

*Удельное сопротивление* — усилие, затраченное на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую поверхность. Измеряют сопротивление почвы в килограмме, приходящемся на 1 см2 поперечного сечения пласта, поднимаемого плугом. В зависимости от гранулометрического состава, физико-химических свойств, влажности, характера угодья удельное сопротивление почвы может изменяться от 0,2 до 1,2 кг/см2. От удельного сопротивления почвы зависят затраты на ее обработку; с этой величиной связана норма выработки машинно-тракторного парка, расход топливно-смазочных материалов.

ПРИЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБЩИХ ФИЗИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ. Для регулирования физических и физико-механических свойств почв в соответствии с требованиями растений и выбора наиболее эффективной технологии их возделывания агроному необходимо дать оценку параметрам этих свойств, а также оценить роль отдельных факторов в их формировании. Поскольку гранулометрический и минералогический составы трудно поддаются изменениям при земледельческом использовании почв, следует учитывать главным образом их значение при выборе приемов регулирования физических и физико-механических свойств почв: выбор оптимальных сроков обработки почв разного гранулометрического состава в зависимости от их влажности, применение рыхления подпахотного слоя на тяжелых почвах, дифференцированное осуществление прямых приемов их изменения (внесение органических удобрений, культура сидератов, регулирование состава обменных катионов и др.).

Сильное отрицательное влияние на физические и физико-механические свойства почвы оказывает тяжелая техника. Уплотняющее воздействие на почву может проявляться до глубины 50— 80 см, а наиболее резко оно сказывается на плотности и *порозности* пахотного слоя. По подсчетам разных авторов, при возделывании зерновых культур уплотняющему воздействию подвергается от 30 до 80 % площади поля, при этом значительная часть двукратному и более.

В результате уплотняющего воздействия техники снижается порозность, особенно некапиллярная, ухудшаются условия для проникновения корней, уменьшаются водообеспеченность растений и аэрация, содержание нитратов в почвенном растворе. След­ствием такого ухудшения физических свойств является значитель­ное снижение урожая. Даже при однократном проходе техники урожай зерновых на следах прохода колес машин уменьшается до 50—60 %. Особенно сильно ухудшаются физические свойства на тяжелых слабооструктуренных почвах с повышенной влажностью (почвы таежно-лесной зоны, орошаемые земли).

Ослабления вредного уплотняющего воздействия тяжелой техники на почву достигают применением современных технологий возделывания культур, сокращающих количество проходов агрегатов по полю, строгим соблюдением оптимальных сроков проведения полевых работ с учетом состояния влажности почвы, ее физических и физико-механических свойств, осуществлением мероприятий по их улучшению, использованием активных приемов по борьбе с уплотнением (глубокое рыхление). Важное значение также имеют применение существующих и разработка новых машин и агрегатов с минимальным уплотняющим воздействием на почву (широкозахватные и комбинированные агрегаты с многоцелевыми рабочими органами, машины и агрегаты на гусеницах и шинах низкого давления и др.).

***Контрольные вопросы и задания:***

1. Дайте понятия плотности почвы и плотности ее твердой фазы, порозности почвы и раскройте их агрономическое значение.

2. Назовите физико-механические свойства почв, дайте им определение и укажите их зависимость от состава почвы, ее физико-химических свойств и других факторов.

3. Как влияют физико-механические свойства на агрономическую оценку почв?

4. Перечислите приемы регулирования общих физических и физико-механических свойств почв.

***Лекция 7* Водные свойства и водный режим почвы**

***План лекции:* 1 Состояние воды в почве. Силы определяющие состояние воды в почве.**

 **2 Категории(формы) почвенной влаги. Водные свойства почв: водопроницаемость, водоподъемная и водоудерживающая способность.**

 **3 Виды влагоемкости. Доступность почвенной влаги растениям.**

 **4 Водный режим, его типы. 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°С) характеризует влажность почвы. Ее можно также выразить в процентах объема почвы (в м3Да, 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). Количества 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°С.

*Химически связанная вода* входит в состав химических соединений (минералов) в виде гидроксильной группы — так называемая *конституционная вода* [Fe(OH)3, Al(OH)3] или целыми молекулами — *кристаллизационная вода* (CaS04 • Ш2О, Na2S04 • ЮН2О).

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 рыхлосвязанн а я, 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 водоудержи-вающая 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 защемленного 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* (KB).

*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):

*В3= МГ-*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 Ют 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 насыщенной 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 меньшими 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:

В0 + Вос + Вг + Вк + Впр + Вб = Еисп + Е, + Ви + Вп + Вс + В,,

где В0 — начальный запас влаги; Вос — сумма осадков за период наблюдения; Вг — количество влаги, поступающей из грунтовых вод; Вк — количество влаги, конденси­рующейся из паров воды; Впр — количество влаги, поступающей в результате поверхностного притока; В6 — количество влаги, поступающей от бокового притока по­чвенных и грунтовых вод; Еисп — количество влаги, испарившейся с поверхности почвы (физическое испарение); Ет — количество влаги, расходуемое на транспирацию (десукция); Ви — влага, инфильтрующаяся в почвенно-грунтовую толщу; Вп — количество воды, теряющейся за счет поверхностного стока; Вс — влага, теряющаяся при боковом внутрипочвенном стоке; Bj — 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: В0 = В]. Для склоновых элементов рельефа количество воды, поступающей от бокового притока почвенных и грунтовых вод, равно количеству воды, теряющейся при боковом стоке: Вб = Вс. 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:

Вос + Вг + Впр = Еисп + Ет + Ви + Вп.

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

Во + Вос = Е + Вь

где Е — 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 водоупором, над которым проходит надмерзлотная верховодка, которая обусловливает насыщенность водой верхней части оттаявшей почвы в течение вегетационного периода.

1. **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.
2. **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.
3. **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.

1. **Выпотной тип** (КУ < 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.
2. **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 КУ, 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 гребневание, 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 урожаи. 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 (Шульгин). 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 обусловливает 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-гидрологических 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.

***Лекция8* Почвенный воздух и воздушный режим почв**

***План лекции:* 1 Состав почвенного воздуха (макро и микро организмы).**

 **2 Формы почвенного воздуха**

 **3 Роль кислорода и диоксида углерода в почвообразовании**

 **4 Газообмен почвенного воздуха с атмосферным**

 **5 Воздушные свойства почвы. Воздушный режим и его регулирование.**

В почвах — пористых системах — в том или ином количестве присутствует почвенный воздух (газовая среда). Это важнейшая, наиболее динамичная составная часть почвы находится в тесном взаимодействии с твердой, жидкой и живой фазами почвы. Почвенный воздух является источником кислорода для дыхания корней растений, аэробных микроорганизмов и почвенной фауны.

*Почвенный воздух* — это смесь газов и летучих органических соединений, заполняющих поры почвы, свободные от воды.

Кислород почвенного воздуха активно участвует в химических реакциях минеральных и органических веществ.

Одни химические элементы, окисляясь, переходят в труднорастворимые формы (железо, марганец), другие приобретают большую растворимость (сера, хром, ванадий), замедляя или ускоряя миграцию химических элементов. Окисление органического вещества почвы обусловливает круговорот углерода, азота, фосфора, серы и других биологически важных химических элементов.

Почвенный воздух является источником диоксида углерода для растений, используемым в фотосинтезе. От всего количества С02, идущего на создание урожая, от 38 до 72 % поступает растению из почвы.

Почвенный воздух находится в почве в трех состояниях: свободном, адсорбированном и растворимом.

*Свободный* почвенный воздух, находясь в крупных некапиллярных и капиллярных порах почвы, свободно перемещается в ней, обеспечивает аэрацию почв и газообмен между почвой и атмосферой.

Защемленный почвенный воздух — воздух, находящийся в порах, со всех сторон изолированный водными пробками. В глинистых почвах содержание защемленного воздуха может достигать 12 % и более, в среднем же 6—8 % общего объема почвы. Защемленный воздух неподвижен, практически не участвует в газообмене, препятствует фильтрации воды в почве. Вырываясь из пор при защемлении водой, защемленный воздух может вызвать разрушение почвенной структуры.

*Адсорбированный* почвенный воздух —газы и летучие органические соединения, адсорбированные на поверхности почвенных частиц. Чем более дисперсна почва, тем больше содержит она адсорбированных газов при данной температуре. Адсорбция газов сильнее проявляется в почвах тяжелого гранулометрического состава, богатых органическим веществом. Газы в зависимости от их свойств адсорбируются в такой последовательности: N2 < 02 < С02 < NH3. Более активно, чем газы, частицы почвы поглощают пары воды.

*Растворенный* почвенный воздух — газы, растворенные в почвенной воде. Растворимость газов в почвенной воде возрастает с повышением их концентрации в свободном почвенном воздухе, а также с понижением температуры почвы. Наиболее хорошо растворяются в воде аммиак, сероводород, диоксид углерода.

Количество растворенных газов подчиняется закону фазового равновесия Генри

В почве в условиях изменяющихся концентраций газов, температур, давлений, влажности постоянно протекают процессы сорбции—десорбции, растворения — дегазации. Находясь в состоянии подвижного равновесия, система почвенного воздуха связана с изменчивостью термодинамических условий и биологической активности.

Потребность в кислороде корней растений удовлетворяется преимущественно за счет свободного почвенного воздуха, участвующего постоянно в газообмене между почвой и атмосферой.

СОСТАВ СВОБОДНОГО ПОЧВЕННОГО ВОЗДУХА. Первые сведения о составе почвенного воздуха были получены Ж. Буссенго в 1824 г. В первой половине XX в. знания о почвенном воздухе пополнились работами А. Г. Дояренко, Б. Кина, Э. Расселя и др.

Состав свободного почвенного воздуха отличается от атмос­ферного (табл).

**35. Состав атмосферного и почвенного воздуха (в объемных** %)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Химический компонент | Атмосферный воздух | Почвенный воздух |

A30T(N2) 78,08 78,08-80,24\*

Кислород (02) 20,95 20,9-0,01

Аргон (Аг) 0,93 —

Диоксид углерода (С02) 0,03 0,03-20,0

Все остальные (пары Н20,

СН4 и др.) 0,01 —

\* Азот и аргон.

Атмосферный воздух имеет относительно постоянный состав, чего нельзя сказать о почвенном воздухе. В почвенном воздухе меньше содержится кислорода, больше С02. Изменяется и содержание азота в зависимости от протекания микробиологических процессов. В болотных и заболоченных почвах почвенный воздух может содержать заметные количества NH3, CH4, H2, H2S.

В составе почвенного воздуха постоянно присутствуют летучие органические соединения (Холодный, 1953), образующиеся в процессе жизнедеятельности микроорганизмов. Среди этих соединений могут быть углеводороды, спирты, сложные альдегиды. Эти вещества могут поглощаться корнями, способствуя росту расте­ний и повышению их жизнедеятельности.

В почвенном воздухе присутствуют также газообразные продукты распада радиоактивных элементов — эманации.

Из всех газов почвенного воздуха наиболее динамичны кислород и диоксид углерода. Различную концентрацию кислорода и диоксида углерода в почвенном воздухе определяют, с одной стороны, интенсивностью потребления кислорода и продуцировани­ем С02, а с другой — скоростью газообмена между почвенным и атмосферным воздухом. Выделение С02 из почвы в приземный слой атмосферы принято называть *дыханием почвы.* В условиях хорошей аэрации кислорода поглощается почвой больше, чем выделяется углекислоты.

Отношение содержания диоксида углерода в почвенном воздухе к содержанию кислорода называется *коэффициентом дыхания.*

Для почв с плохим газообменом это отношение больше единицы. В таких почвах идут анаэробные процессы. Часть С02 может связываться химически с образованием гидрокарбонатов. Этот процесс получил название *ретенции* С02. Ретенция зависит от рН: при рН < 5 она не происходит. В щелочном интервале ретенция протекает очень интенсивно. Поэтому для почв засоленного ряда коэффициенты дыхания невысокие (0,16—0,35).

Диоксид углерода образуется в почве главным образом за счет биологических процессов. Частично С02 может поступать в почвенный воздух из грунтовых вод и в результате десорбции из твердой и жидкой фаз почвы. Некоторое количество С02 может образоваться вследствие превращения бикарбонатов в карбонаты при испарении почвенных растворов: Са(НС03)2 -> СаС03 + Н20 + + С02, в результате воздействия кислот на карбонаты почв, а также вследствие химического окисления органического вещества.

ВОЗДУШНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ. Наиболее важными воздушными свойствами почв являются воздухоемкость, воздухопроницаемость, аэрация.

Максимальное количество воздуха, которое может быть в почве, выраженное в объемных процентах, называют *общей воздухоемкостью почв (Р0* в).

Воздухоемкость почв зависит от их гранулометрического состава, сложения, степени оструктуренности.

Различают также капиллярную и некапиллярную воздухоемкость. *Капиллярная воздухоемкость* характеризует количество почвенного воздуха, размещенного в капиллярных порах. Наибольшей капиллярной воздухоемкостью отличаются тяжелые по гранулометрическому составу бесструктурные плотные почвы.

Для обеспечения нормальной аэрации почв наибольшее значение имеет *некапиллярная воздухоемкость,* или порозность аэрации, — воздухоемкость межагрегатных пор, трещин, ходов червей, корней. Она связана со свободным почвенным воздухом. Некапиллярная воздухоемкость при наименьшей влагоемкости имеет особое значение для аэрации. Если воздухоемкость при наименьшей влагоемкости составляет менее 15 %, то аэрация почв недо­статочная, чтобы обеспечить благоприятный состав почвенного воздуха. Оптимальные условия для газообмена создаются при содержании воздуха в минеральных почвах 20—25 %, в торфяных — 30-40 %.

Способность почвы пропускать через себя воздух называют *воздухопроницаемостью.* Это свойство определяет скорость газообмена между почвой и атмосферой. Она зависит от гранулометрического состава почвы, ее структурного состояния, строения порового пространства. В естественных условиях воздухопроницаемость изменяется в широких пределах — от 0 до 1 л/с и выше.

Процессы обмена почвенного воздуха с атмосферным называют *аэрацией* или *газообменом.* Газообмен осуществляется через систему воздухоносных пор почвы, сообщающихся между собой и с атмосферой. Газообмен обусловлен несколькими факторами: диффузией, изменением температуры почвы и барометрического давления, изменением количества влаги в почве под давлением осадков, орошением, испарением, влиянием ветра, изменением уровня грунтовых вод или верховодки.

Поступление в почву влаги с осадками или при орошении вызывает сжатие почвенного воздуха, его выталкивание наружу и засасывание атмосферного воздуха.

Изменение температуры почвы и атмосферного давления, ветра и уровня грунтовых вод также вызывает объемные изменения воздуха в почве и, как следствие, влияет на газообмен.

Однако ведущим фактором газообмена в почве является диффузия. Это основной механизм массопереноса газов в почве и газообмена между почвой и атмосферой. Под *диффузией* понимают перемещение газов в соответствии с их парциальным давлением. Под влиянием диффузии создаются условия для непрерывного поступления 02 в почву и выделения С02 в атмосферу.

Коэффициент диффузии равен объему газа (в см3), проходящего в секунду через 1 см2 поверхности при мощности слоя 1 см и градиенте концентрации, равном единице.

Коэффициенты диффузии газов в почве *(D)* и в атмосфере (Z>0) различны. Через почву диффузия газов протекает в 2—20 раз медленнее, чем в атмосфере. Отношение коэффициента диффузии в почве к коэффициенту диффузии в атмосфере (тг) меньше единицы.

ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ. *Воздушный режим почвы —* это совокупность всех явлений поступления воздуха в почву, его передвижения в ней и расхода, а также явлений обмена газами между почвенным воздухом, твердой и жидкой фазами, потребления и выделения отдельных газов живым населением почвы.

Воздушный режим почв подвержен суточной, сезонной, годовой и многолетней изменчивости и находится в прямой зависимости от различных свойств почв, погодных условий, характера растительности, агротехники.

Для нормального произрастания растений необходимо оптимизировать воздушный режим почвы. Улучшение воздушного режима почв особенно важно там, где распространены почвы с временным избыточным увлажнением и при сельскохозяйственном использовании болотных почв.

В почвах легкого гранулометрического состава, а также в суглинистых и глинистых, но обладающих агрономически ценной структурой в верхних горизонтах содержание воздуха поддерживается на высоком уровне (20—25 % объема почвы). В бесструктурных почвах тяжелого гранулометрического состава содержание почвенного воздуха зависит от состояния и увлажнения почвы. При относительной влажности, равной НВ, содержание воздуха в таких почвах может достигать критической величины (менее 15 % объема почвы).

На бесструктурных почвах суглинистого и глинистого гранулометрического состава нередко образуется почвенная корка. Обладая высокой плотностью и низкой пористостью, почвенная корка уже при влажности 17 % (22 % объема почвы) препятствует нормальной аэрации.

Поскольку оптимальный воздушный режим в основном зависит от состояния увлажнения почвы, то приемы регулирования водного и других режимов являются и приемами регулирования воздушного режима.

Такие приемы, как окультуривание почв, регулирование их реакции, применение органических и минеральных удобрений, орошение или осушение почв, активизируют биологические процессы в почвах, повышают интенсивность дыхания в них при наличии доступной влаги. Важными приемами регулирования воздушного режима, особенно на малогумусных почвах тяжелого гранулометрического состава, также являются создание глубокого пахотного слоя, рыхление подпахотного, ликвидация почвенной корки. Для минеральных почв большое значение в создании оптимального воздушного режима имеет улучшение их гумусного состояния и структуры.

***Контрольные вопросы*** *и* ***задания***

1.Дайте понятие почвенного воздуха, назовите его главный состав, отличие от атмосферного воздуха.

2.В чем значение почвенного воздуха в жизни почвы и продуктивности растений?

3. Что такое газообмен и какие факторы его определяют?

4. Перечислите и охарактеризуйте воздушные свойства почвы.

5. Дайте понятие воздушного режима и охарактеризуйте приемы его оптимизации.

***Лекция 9* Тепловые свойства и тепловой режим почв**

***План лекции*: 1 Тепловые свойства почвы (теплопоглотительная способность, теплоемкость, теплопроводность)**

 **2 Тепловой режим почв**

 **3 Факторы, влияющие на тепловые свойства и тепловой режим почв.**

 **4 Типы теплового режима почв на регулирование**

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.

Знание закономерностей формирования теплового режима почв необходимо для его направленного регулирования с целью создания наиболее благоприятных условий для продуктивности возделываемых растений.

ИСТОЧНИКИ ТЕПЛА В ПОЧВЕ. Главным источником тепла, поступающего в почву, является лучистая энергия Солнца (солнечная радиация). Небольшое количество тепла почва получает из глубинных слоев Земли и за счет химических, биологических и радиоактивных процессов, протекающих в верхних слоях литосферы. Тепло, образующееся при разложении органических веществ (навоза, растительных остатков и др.), широко используют в овощеводстве закрытого грунта.

Часть поступающей к поверхности почвы лучистой солнечной энергии поглощается почвой и, преобразуясь в тепло, нагревает почву; часть отражается поверхностью почвы и напочвенным по­кровом. Почва отдает тепло в атмосферу, если температура ее поверхности выше, чем температура приземного слоя воздуха.

В зависимости от соотношения количества поглощенной поверхностью почвы лучистой энергии и излучения почвой тепла в атмосферу почвенная поверхность будет или нагреваться, или охлаждаться. Наряду с поглощением тепла почвенной поверхностью идут процессы перемещения тепла от слоев более нагретых к слоям с более низкой температурой. Это сказывается на тепловом состоянии различных слоев почвы. Чем больше разность температур поверхности почвы и ее глубоких слоев, тем больше тепла уходит из почвы или поступает в нее.

ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ. Приток лучистой солнечной энергии к поверхности почвы за­висит от широты и рельефа местности, состояния поверхности почвы (покрытие растительностью), а также времени года и суток и состояния атмосферы (ясно, пасмурно и пр.). В Северном полушарии суммарный приток солнечной радиации увеличивается при движении с севера на юг. Наибольший приток солнечной радиации получают южные склоны, наименьший — северные.

Наряду с условиями, определяющими приток солнечной энергии, важное значение в формировании теплового режима почвы (поглощение тепла, нагревание и охлаждение) имеют тепловые свойства почвы. К тепловым свойствам почвы относятся тепло-поглотительная способность, теплоемкость и теплопроводность.

*Теплопоглотителъная способность —* способность почвы поглощать лучистую энергию Солнца. Она характеризуется величиной альбедо*. Альбедо* — количество коротковолновой солнечной радиации, отраженной поверхностью почвы и выраженное в % общей величины солнечной радиации, достигающей поверхности почвы. Чем меньше альбедо, тем больше поглощает почва солнечной радиации. Оно зависит от цвета, влажности, структурного состояния, выравненное поверхности почвы и растительного покрова.

Приведем альбедо (%) 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 высохшие—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.

Из этих данных видно, что вода — наиболее теплоемкий компонент почвы по сравнению с минеральными и органическими ее частями. Поэтому для повышения температуры влажной почвы требуется больше тепла, чем для сухой. Влажные почвы медленнее нагреваются и медленнее охлаждаются, чем сухие. Глинистые почвы как более теплоемкие во влажном состоянии нагреваются весной медленнее по сравнению с песчаными. Осенью при большем увлажнении они медленнее охлаждаются и становятся теплее песчаных. В связи с этим, изменяя влажность и пористость почвы поливами и обработкой, можно в определенных пределах регулировать температуру почвы.

*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. Минимальной теплопроводностью обладает воздух (0,00006 кал), затем торф (0,00027 кал) и вода (0,00136 кал). Теплопроводность минеральной части почвы в среднем в 100 раз выше, чем воздуха, и в 28 раз, чем воды.

Поскольку в почве наряду с ее твердой (органической и мине­ральной) фазой в порах присутствуют воздух и вода, то теплопроводность сильно зависит от влажности почвы и содержания в ее порах воздуха. Поэтому чем влажнее почва, тем выше ее теплопроводность, а чем рыхлее, тем ниже.

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 годичные закономерности ее изменения (рис. 6 и 7).

**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. В умеренных широтах максимум среднесуточной температуры по­чвы наблюдается обычно в июле — августе, а минимум — в январе — феврале. Летом самая высокая температура отмечается в верхних горизонтах, с глубиной она снижается. Зимой нижние слои профиля имеют более высокие температуры.

На годовые изменения температуры почвы большое влияние оказывает растительность, предохраняя поверхность почвы от резких колебаний температуры.

В регионах со снежными и холодными зимами сильное влияние на температурный режим оказывают промерзание, оттаивание почвы, мощность и продолжительность снежного покрова.

Почва начинает промерзать при температуре несколько ниже О "С, поскольку в почвенном растворе содержатся растворимые вещества, понижающие температуру замерзания. На замерзание по­чвы влияют снежный и растительный покровы, рельеф местности, свойства почвы, ее влажность, а также хозяйственная деятельность человека.

*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. Поэтому наибольшую глубину промерзания почвы наблюдают на выпуклых формах рельефа и наветренных склонах, где сдувается снег. Накопление снега в понижениях (лощинах, западинах) способствует меньшему промерзанию почвы. Глубже промерзают склоны северной экспозиции, а на меньшую глубину — южной. Чем влажнее почва, тем меньше она промерзает. При промерзании почвы идет подток парообразной и жидкой влаги к фронту промерзания. Замерзание почвы начинается до или после установления снежного покрова и продолжается до января — февраля. Затем она начинает постепенно оттаивать снизу за счет передачи тепла от нижних незамерзших слоев.

*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).

*Оттаивание* почв происходит двумя способами. В первом оттаивание идет снизу и заканчивается до схода снега. При этом мерзлая прослойка исчезнет у поверхности почвы; талая вода в этом случае лучше проникает в почву. Во втором оттаивание начинается снизу, а затем одновременно и сверху, и снизу. В этот период мерзлая прослойка почвы сохраняется на некоторой глубине, что приводит к значительной потере воды и смыву почвы за счет поверхностного стока.

Для оценки теплообеспеченности почв как важной обобщающей характеристики их температурного режима используют сумму активных температур (>10 °С) в почве на глубине 20 см. Здесь расположена главная масса корней многих растений. Рост корневых систем растений активно происходит при температуре почвы выше 10 °С.

*Сумма активных температур Теплообеспеченность*

*почвы на глубине 0,2 м,'С почв*

0—400 Низкая

400—800 Весьма слабая

800—1200 Слабая

1200—1600 Ниже средней

1600-2100 Средняя

2100—2700 Выше средней

2700-3400 Хорошая

3400—4400 Весьма хорошая

4400—5600 Высокая

5600—7200 Весьма высокая

Теплообеспеченность почв основных зон страны снижается с запада на восток. В земледельческих 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.

Для оценки температурного состояния почв и возможности выращивания культур, различных по требовательности к теплу, важное значение имеют также показатели суровости зимних почвенных условий. Такими показателями являются сумма отрицатель­ных температур на глубине 20 см и средний из абсолютных минимумов температур на поверхности почвы. По этим показателям выделяют почвы: теплые, умеренно теплые, умеренные, умеренно холодные, холодные, мерзлотные и длительно сезоннопромерзающие. Учет показателей теплообеспеченности и суровости зимних почвенных условий необходим при районировании сортов сельскохозяйственных культур, разработке агротехнических и мелиоративных мероприятий.

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 южноевропейская фация и зоны субтропического пояса.

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

Улучшение теплового режима почв основывается на осуществлении приемов, регулирующих приток тепла солнечной радиации и ослабляющих или повышающих его потери за счет теплоотдачи в атмосферу.

В северных районах с повышенным увлажнением почв и меньшим притоком солнечной радиации эти мероприятия преследуют повышение температуры почвы в летний период, в южных засушливых — понижение ее температуры.

К приемам, регулирующим приток солнечного тепла к поверхности почвы, относят затенение почвы растительностью, мульчой, некоторые способы обработки почвы (рыхление и прикатывание поверхности почвы), гребневые и грядовые посевы.

*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. Для этих целей применяют также создание кулис из высокостебельных растений и устройство легких навесов. Лесные полосы в летнее время понижают температуру почвы не только в самой полосе, но и в межполосном пространстве, что способствует большей устойчивости посевов против суховеев. *Мульчирование поверхности почвы* торфом, соломой, мульчой, бумагой и другими материалами широко применяют для регулирования температуры почвы, особенно в овощеводстве. Применение светлоокрашенной мульчи увеличивает альбедо и ослабляет нагревание, и, наоборот, темные материалы (черная мульча бумага, темная торфяная крошка) способствуют большему притоку тепла. Любое мульчирующее покрытие заметно снижает испарение, а следовательно, расход влаги и тепла. При мульчировании суточные колебания температуры почвы сглаживаются.

*Обработка почвы* и *рыхление поверхностного слоя* способствуют более быстрому обмену тепла в почве. Шероховатая поверхность обработанной почвы днем больше поглощает солнечной энергии, а ночью больше излучает тепла по сравнению с плотной поверхностью.

Рыхление почвы уменьшает ее теплопроводность и увеличивает лучеиспускательную способность. Поэтому такой прием снижает температуру почвы днем и способствует сохранению тепла в ночные часы.

В Нечерноземной зоне в овощеводстве для более быстрого прогревания верхнего слоя почвы применяют гребневые и грядовые посевы.

*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.

При небольшом снежном покрове температура почвы на глубине залегания узла кущения озимых (около 3 см) может достигать критических величин и вызвать повреждение или гибель растений. Накопление снега резко снижает отрицательные температуры в почве и глубину их проникновения.

Приемы регулирования теплового режима должны осуществляться с учетом почвенно-климатических и погодных условий и особенностей возделываемых растений.

В овощеводстве для улучшения температурного режима почв применяют биотопливо (навоз, компосты и др.), электрический, паровой и водяной обогревы. При паровом и водяном обогревах в теплицах под слоем культурной почвы на глубине 40—70 см про­кладывают трубы, по которым подают горячую воду или пар.

***Контрольные вопросы и задания***

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 10* Почвенный раствор и окислительно-восстановительные процессы в почвах**

***План лекции:* 1 Происхождение почвенных растворов, состав и свойства. Динамика химического состава и концентрация почвенных растворов.**

 **2 Методы выделения почвенного раствора. Значение почвенного раствора в почвообразовании и питании растений.**

 **3 Окислительно-восстановительный потенциал почвы. Факторы определяющие окислительно-восстановительный потенциал в почве.**

 **4 Окислительно-восстановительное состояние почв и типы окислительно-восстановительных режимов.**

 **5 Роль окислительно-восстановительного потенциала в почвообразовании и плодородии почв. Регулирование окислительно-восстановительного режима почв.**

*Почвенные растворы —* это жидкая фаза почв, которую упрощенно называют почвенной водой. Процессы почвообразования, выветривания минералов и горных пород, жизнедеятельность растений и почвенных микроорганизмов неразрывно связаны с почвенными растворами. Почвенные растворы — один из основных источников питания растений. Поэтому важно знать их концентрацию, состав и изменения в динамике.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ. Источниками почвенных растворов являются атмосферные осадки, вода водоносных горизонтов и конденсационная влага. В конденсационной воде содержится некоторое количество растворенных газов, в воде, поднимающейся по капиллярам от водоносных горизонтов, также катионы и анионы растворенных солей, а в атмосферной воде, кроме того, частицы пыли и ила. Дополнительным источником почвенной воды являются поливные воды с растворенными в них минеральными компонентами и взвесями механических элементов. Попадая в почву, вода изменяет свой состав, взаимодействуя с твердой, газовой и жидкой фазами почв. Устанавливается равновесное состояние состава растворов, характерное для каждого типа почв.

Концентрация, состав и свойства почвенных растворов характеризуются динамичностью, так как изменяется их сезонное взаимодействие с твердой, газовой и жидкой фазами почв, а также в связи с колебаниями влажности почв.

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ. Для изучения почвенных растворов их выделяют отпрессовыванием под давлением, центрифугированием (если почвы переувлажненные) и замещением (вытеснением) другой жидкостью. Ис­пользование для анализов водных вытяжек из почвы и лизиметрических вод не дает истинного представления о составе и свойствах почвенных растворов.

При приготовлении водных вытяжек происходит высокое разбавление твердой фазы между жидкой и твердой фазами. Лизиметрические же воды являются разбавленными почвенными растворами, так как образуются при просачивании талых и дождевых вод в основном через трещины и крупные поры почв в периоды их переувлажнения. Лизиметрические воды собирают в специальные приемники. Тем не менее анализы водных вытяжек и лизиметрических вод широко используют для характеристики солевого со­става почв, интенсивности выноса из почв различных элементов и соединений в грунтовые воды.

КОНЦЕНТРАЦИЯ, СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ. Концентрация почвенных растворов (по сухому остатку) в незаселенных почвах разных типов колеблется от десятых долей грамма до нескольких граммов на литр, а в засоленных почвах — от десятков до сотен граммов на литр. Концентрация почвенных растворов неодинакова в разных генетических горизонтах, а также в зависимости от сезона года, при неполивном и поливном земледелии.

В почвенных растворах содержатся минеральные, органические и органо-минеральные вещества в ионной, молекулярной и коллоидной формах, а также растворенные газы — кислород, диоксид углерода и др. Железо, алюминий и многие микроэлементы находятся в почвенных растворах в основном в виде устойчивых комплексов с органическими веществами.

В почвенных растворах всегда содержатся водорастворимые органические вещества различной природы (продукты разложе­ния отмерших растительных и животных организмов, продукты их жизнедеятельности, гумусовые вещества и др.); в гидроморфных, полугидроморфных и солонцовых почвах их количество больше. Коллоидно-растворимые формы веществ представлены в почвенных растворах органическими, органо-минеральными и минеральными соединениями. Для минеральных коллоидных форм характерны золи кремниевых кислот, а также гидроксидов железа и алюминия.

Преобладающими в этих почвах были ионы кальция, магния, калия и гидрокарбонатные, а в пахотных почвах, кроме того, нитратные ионы. У более плодородных дерново-карбонатных почв об­щая концентрация почвенных растворов ниже, чем у пахотных дерново-подзолистых почв, также ниже общая титровальная кислотность, содержание Са2+ и К+, хотя обменных кальция и калия больше. В этом важную роль играют более высокая катионная емкость поглощения дерново-карбонатных почв, насыщенность ППК кальцием и низкая потенциальная кислотность.

Обращает на себя внимание реакция почвенных растворов кислых дерново-подзолистых почв. Она близка к нейтральной вследствие вытеснения водородными ионами почвенных растворов обменно-поглощенных катионов оснований при развитии потенциальной кислотности. Катионы же оснований, переходя в почвенный раствор, снижают его кислотность. Следовательно, чем выше катионная емкость поглощения и степень насыщенности почв основаниями, тем благоприятнее для растений реакция почвенного раствора. Это важно в физиологическом отношении, так как именно при реакции, близкой к нейтральной, у большинства сельскохозяйственных культур происходит нормальное усвоение корнями элементов питания (Сабинин, 1955; Журбицкий, 1963).Величина окислительно-восстановительного потенциала почвенных растворов пониженная (гН2 большей частью 25—29 ед.) по сравнению с гН2 почв в целом, как трехфазных систем (Ковриго, 1982). Это также имеет важное физиологическое значение в жизнедеятельности растений, так как величины окислительно-восстановительного потенциала их клеточного сока тоже пониженные (Сердобольский, 1960).

Из таблицы 34 видно, что в целинной дерново-подзолистой почве в отличие от пахотной меньше магния, калия и особенно кальция, ниже общая концентрация растворов генетических горизонтов (исключая лесную подстилку Ао). Это связано как с более низкой их биологической активностью, так и с постоянным удалением продуктов выветривания и почвообразования из почвенного слоя в результате промывного типа водного режима.

В лесных почвах процесс нитрификации подавлен, анион NOJ в минимальных количествах встречается только в растворах лесной подстилки. При освоении целинных дерново-подзолистых почв под пашню в них изменились направление и активность био­логических процессов, активизировались процессы нитрификации, в почвенных растворах в довольно больших количествах стал содержаться нитратный азот. Возросло количество кальция, магния и калия, так как уменьшился вынос этих элементов в связи с изменением водного режима почв.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ. Многие изменения состава почвенных растворов под сельскохозяйственными культурами связаны с их питанием. Особенно заметные сдвиги происходят в растворах в июле — августе. В это время в растворах повышается содержание элементов питания расте­ний и усиливается поглотительная функция корней. Это происходит потому, что в июле — августе нитрификационные процессы в почвах достигают наивысшего уровня, повышаются фосфатазная активность почв и концентрация диоксида углерода в почвенном воздухе. В результате этого в почвенных растворах становится больше нитратного азота, фосфора и аммонийного азота. Наряду с этим к середине лета в почвах накапливаются кислотные продукты, следствием чего является возрастание кислотности почвенных растворов, сопровождаемое вытеснением иона кальция из ППК в раствор, и повышение обменной кислотности.

В последующий период благодаря регуляторной роли растений количество иона кальция в почвенных растворах уменьшается, а иона калия увеличивается, поэтому соотношение К+ : Са2+ расширяется (Ковриго, 1979). От этого соотношения зависит по­ступление в корни питательных веществ: чем оно шире в растворах и уже в растениях, тем сильнее проявляется поглотительная функция корней и наоборот (Гунар с сотр., 1969; 1970; Петров-Спиридонов, 1970).

Изменение соотношения К+ и Са2+ в почвенных растворах наблюдается и в течение суток. К вечеру и в ночные часы оно более широкое, что приводит к более активному поступлению в это время в растения питательных элементов из почвенных растворов.

Для жизнедеятельности растений большое значение имеет также осмотическое давление почвенных растворов, которое зависит от их концентрации и степени диссоциации растворенных веществ. Сосущая сила корней большинства сельскохозяйственных культур не превышает 100—120 МПа. Если осмотическое давление клеточного сока растений равно или ниже осмотического давления почвенных растворов, то поступление воды и питательных веществ в растения прекращается и они погибают.

Разные типы почв отличаются по осмотическому давлению почвенных растворов, так как концентрация этих растворов неодинаковая. Растворы незасоленных почв имеют осмотическое давление обычно около 10 МПа, но оно может повышаться от избыточных доз минеральных удобрений и снижения влажности почв в засушливые периоды года, что отрицательно сказывается на развитии растений, урожае и его качестве.

Осмотическое давление почвенных растворов при уменьшении влажности почв от наименьшей влагоемкости до влажности завядания возрастает в 5—6 раз. Наиболее высокое осмотическое давление наблюдается у засоленных почв (более 150 МПа), которое выдерживают только определенные сельскохозяйственные культуры и растения-галофиты.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ. В земледельческой практике нет специальных агроприемов по регулированию состава и свойств почвенных растворов, но по существу их постоянно проводят. К таким мероприятиям относятся:

-внесение минеральных удобрений; оно направлено на создание в почвенных растворах оптимальных количеств элементов-биофилов;

-внесение в почву адсорбентов (бентонитовых глин, цеолитов и др.), регулирующих катионную и анионную емкости поглощения, а следовательно, ионное равновесие между почвенным раствором и твердой фазой почв;

-регулирование концентрации диоксида углерода в почвенном воздухе применением органических удобрений или непосредственным его внесением до концентрации в почвенном воздухе не выше двух объемных процентов; это улучшает ионный состав почвенных растворов как среды для питания растений;

-регулирование влажности почв, ее водного режима обработка­ми, орошением, осушением, мульчированием и т. д.;

-известкование кислых почв и гипсование щелочных;

-внесение бактериальных препаратов (азотобактерин, ризотор-финидр.);

-промывка засоленных почв и другие мероприятия.

***Контрольные вопросы и задания***

1. Что такое почвенные растворы, каково их значение? За счет чего и как они формируются?

2. Охарактеризуйте почвенные растворы по концентрации и ионному составу. Почему эти показатели динамичны?

3. Какими свойствами обладают почвенные растворы? Расскажите о показателях почвенных растворов, имеющих физиологическое значение для растения.

4. Какие имеются отличия в концентрации, составе и свойствах растворов разных типов почв, а также одного и того же типа на целине и пашне?

5. Как влияют сельскохозяйственные культуры на состав почвенных растворов?

***Лекция 11* Плодородие почв**

***План лекции:* 1 Понятие о почвенном плодородии. Категории почвенного плодородия.**

 **2 Основные показатели плодородия почв: мощность гумусового профиля, сложение почвы, потенциальный запас и содержание гумуса, элементов питания растений, наличие подвижных их форм, реакция среды, механический состав, тепловой, водно-воздушный, питательный режимы и др.**

 **3 Факторы лимитирующие почвенное плодородие. Почвоутомление. Воспроизводство почвенного плодородия.**

В предыдущих главах были рассмотрены состав, свойства и режимы почвы и их значение в формировании и развитии 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.).

Необходимо подчеркнуть, что взаимодействие и взаимовлияние отдельных компонентов состава и свойств почвы протекают в гидротермических условиях атмосферного климата, что находит конкретное отражение в формировании почвенных режимов. Поэтому уровень плодородия зависит от показателей теплового, водно-воздушного, питательного, физико-химического, биохимического, солевого и окислительно-восстановительного режимов.

Параметры режимов, в свою очередь, определяются климатическими условиями, агрофизическими свойствами почв, их гранулометрическим, минералогическим и химическим составами, потенциальными запасами элементов питания растении, содержанием их подвижных форм, содержанием, составом и запасами гумуса, интенсивностью микробиологических процессов, реакцией и другими физико-химическими свойствами.

Геохимические и геологические процессы также могут оказывать влияние на формирование почвенного плодородия (приток жестких и мягких, пресных или минерализованных грунтовых вод, отложение плодородных наилков, эрозионный снос гумусового горизонта и т. д.). Однако влияние этих процессов на плодородие проявляется прежде всего через изменение в том или ином на­правлении показателей состава, свойств и режимов почвы.

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;

1. 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);
2. физико-химических свойств;
3. окультуренности почв;
4. сте­пени эродированности и

7) заболоченности. Значение их роли в формировании почвенно-экологических условий для сельскохозяйственных растений и почвенной биоты позволяет агроному дать правильную и разностороннюю агрономическую характеристику (оценку) почв и определить рациональные приемы регулиро­вания почвенного плодородия путем оптимизации конкретных параметров состава, свойств и режимов почв.

Оценивая роль отдельных почвенных свойств и режимов в формировании плодородия почв, необходимо отметить: плодородие проявляется как результат сложного взаимодействия и взаимовлияния свойств и режимов почвы; показатели свойств и режимов могут быть оценены количественно; различные растения (группы растений) предъявляют неодинаковые требования к свойствам и режимам почвы; свойства и режимы динамичны, т. е. изменяются во времени

Остановимся на этих положениях более подробно. Формирование режимов и отдельных свойств почвы есть результат их тесного взаимовлияния и взаимозависимости. Например, питательный режим почвы формируется как результат сложного превращения ее минеральных соединений, процессов минерализации и гумификации органического вещества, активности различных групп микроорганизмов и почвенной фауны, влияния щелочно-кислотных почвенных условий, динамики окислительно-восстановительных процессов, водно-воздушного и температурного режимов и т. п.

В свою очередь, окислительно-восстановительный режим зависит от содержания и форм органического вещества, физических свойств почв, определяющих условия аэрации, гидротермических условий развития микробиологических процессов и т. д.

Структура как важнейшее свойство почвы, с которым связаны водно-воздушный, окислительно-восстановительный режимы, агрофизические показатели почв, в свою очередь, зависит от содержания гумуса, его качественного гранулометрического и минералогического составов, физико-химических свойств, развития ОВ-процессов и т. д.

Тесная взаимосвязь и взаимозависимость между свойствами и режимами почв, с одной стороны, раскрывает сложный процесс формирования и развития почвенного плодородия и с другой — требует от агронома понимания возможного изменения отдельных свойств и режимов почвы при воздействии на нее теми или иными приемами обработки, мелиорацией, внесением удобрений и т. д.

Как было отмечено, свойства и режимы почвы имеют количественные параметры. Поэтому возможна количественная оценка плодородия почвы. Для этой цели используются два подхода — экономический и биологический.

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.*

Экономическая оценка земли может быть выражена в ценах на единицу площади (1 га), исходя из данных ее бонитета, учета ее местоположения, конкретных почвенных ресурсов, возможных для возделывания культур, и других условий. Подробно вопросы бонитировки почв и экономической оценки земли будут рассмотрены в главе 39.

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.

Озимая пшеница. Является одной из основных зерновых культур и среди хлебных злаков наиболее требовательна к почвенным условиям. Для нее характерна высокая потребность в элементах питания. В лесостепных и степных районах предпочтительны хорошо и глубокогумусированные оструктуренные черноземные, серые лесные и каштановые почвы с близкой к нейтраль­ной реакцией. В таежно-лесной зоне лучшими являются дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные и дерново-подзолистые окультуренные легко- и среднесуглинистые почвы. Озимая пшеница чувствительна к переувлажнению почв, кислой реакции, наличию повышенных количеств подвижного алюминия (>8— 10мг/100г почвы) и марганца. Песчаные и супесчаные почвы на глубоких песках неблагоприятны: эта культура *v.* юсительно устойчива к засолению и солонцеватости. Осушенные торфяно-болотные почвы пригодны под озимую пшеницу.

Ячмень. Менее требователен к почвенным условиям, чем пшеница, но более требователен, чем овес и рожь. Наилучшие почвы по гранулометрическому составу — тяжело- и среднесуглини­стые, неблагоприятны песчаные. Относительно засухоустойчив, чувствителен к переувлажнению, повышенной кислотности и переуплотнению почв, солеустойчив.

В таежно-лесной зоне наиболее благоприятны дерново-карбонатные, а также мелиорированные торфяно-болотные и дерново-глеевые почвы, малопригодны песчаные и супесчаные на песках.

Рожь. По сравнению с пшеницей и ячменем менее требовательна к почвенным условиям. Хорошо развивается в широком диапазоне рН (от 5,0 до 8,6), слабо чувствительна к переувлажне­нию. Лучшие почвы в степной зоне — глубоко гумусированные оструктуренные черноземы всех подтипов. В таежно-лесной зоне наиболее благоприятны дерново-подзолистые легко-, среднесуглинистые и супесчаные почвы, а также мелиорированные дерново-глеевые и торфяно-болотные.

Овес. Среди зерновых культур он менее требователен к почвенным условиям. Слабо реагирует на почвенную кислотность, средне солонце- и солеустойчив. Нуждается в хорошем увлажнении, не боится переувлажнения почв во второй период вегетации. Выращивают преимущественно в таежно-лесной зоне, где для него наиболее благоприятны дерново-карбонатные (выщелоченные и оподзоленные), дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные, а также осушенные торфяно-болотные и дерново-глеевые почвы, малопригодны песчаные.

Кукуруза. Она предъявляет повышенные требования к влажности почвы и обеспечению элементами питания, неустойчива к переувлажнению, засолению и солонцеватости, чувствительна к сильнокислой реакции. Предпочтительны суглинистые и оструктуренные глинистые почвы, неблагоприятны песчаные и супесчаные. Лучше растет на хорошо и глубоко гумусированных черноземах, луговых, лугово-черноземных и каштановых почвах. В таежно-лесной зоне наиболее пригодны хорошо окультуренные легко- и среднесуглинистые почвы.

Картофель. Требователен к условиям аэрации и влажности. Поэтому для него предпочтительны легкосуглинистые и связносупесчаные почвы или оструктуренные тяжелосуглинистые, обладающие наиболее рыхлым сложением. Устойчив к подкислению почв, оптимальный рН 5—7. Чувствителен к подщелочению реакции, засолению и солонцеватости. Неустойчив к затоплению и пе­реувлажнению. Наибольшие урожаи в таежно-лесной зоне получают на мелиорированных низинных торфяных почвах, а также окультуренных легко-, среднесуглинистых и супесчаных дерново-подзолистых. Неблагоприятны песчаные, тяжелосуглинистые и глинистые почвы.

Сахарная свекла. Предъявляет повышенные требования к почвенному плодородию. Наилучшие урожаи дает на хорошо и глубоко гумусированных рыхлых почвах. Предпочтительны среднесуглинистые, неблагоприятны песчаные, супесчаные и слитые почвы. Оптимальный рН 6—8, кислые почвы (рН < 6,0) неблагоприятны. Хорошо переносит слабое засоление, устойчива к солонцеватости. Сильно угнетается и даже погибает при переувлажнении.

Лен. Требователен к условиям водного и питательного режимов, а также к условиям реакции. Плохо переносит избыточное ув­лажнение и близкие грунтовые воды. Оптимум рН 5,9—6,5. При Щелочной реакции качество волокна снижается. Наиболее благоприятны легко- и среднесуглинистые почвы. Лен-долгунец выращивают преимущественно в таежно-лесной зоне, где лучшими почвами для него являются дерново-подзолистые суглинистые, особенно на лёссовидных суглинках.

Гречиха. Относится к культурам, не очень требовательным к потенциальному плодородию почв, способна усваивать элементы питания из труднорастворимых соединений почвы. Весьма чувствительна к заболачиванию, засолению, карбонатности, слитости, солонцеватости и переизвесткованию. Предпочитает легко- и среднесуглинистые почвы, малоблагоприятны тяжелые почвы.

Кормовые корнеплоды. Весьма требовательны к почвенному плодородию, отличаются высоким выносом с урожаем азота, калия и кальция. Благоприятны почвы, содержащие большое количество элементов питания: хорошо гумусированные черноземные, окультуренные дерново-подзолистые, легко- и среднесуглинистые слабокислые, а также аллювиальные луговые и дерново-глеевые почвы.

Овощные культуры. Высокотребовательны к условиям почвенного питания и обеспечения влагой. Предпочтительны почвы с хорошим гумусовым слоем, близкой к нейтральной реакцией, содержащие большое количество доступных форм элементов питания, имеющих благоприятное увлажнение. Наиболее пригодны окультуренные луговые, лугово-черноземные, легко- и среднесуглинистые окультуренные дерново-подзолистые, дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные почвы, серые лесные, мелиорированные торфяно-болотные и дерново-глеевые, а также почвы пойм.

Плодовые культуры. Произрастают на одном месте десятки лет, имеют глубокую корневую систему. Поэтому для них важна оценка не только верхнего слоя почвы, но и всего профиля до глубины 1,5—2 м. Почва под сад должна быть достаточно мощ­ной, плодородной, хорошо водопроницаемой, обеспечивающей необходимый запас влаги в глубоких горизонтах и одновременно благоприятную аэрацию. Предпочтительны супесчаные и легкосуглинистые почвы. Почвы не должны иметь плотных горизонтов *(dv* > 1,5—1,55) в верхней полутораметровой толще. Не рекомендуются почвы, содержащие вредные водорастворимые соли более 2 мг-экв до глубины 3 м. Непригодны почвы с наличием оглеенных горизонтов до глубины 2 м и с залеганием грунтовых вод выше 1,5—2 м. Более требовательны к почвенным условиям из плодово-ягодных культур семечковые, менее — кустарниковые и ягодные культуры.

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.* Онореализуется 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 мелиорации 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.

Эти изменения могут протекать как в благоприятном направлении для развития плодородия и приводить к его повышению (накопление элементов питания, переход их в более доступные для растений формы, улучшение структуры и т.д.), так и в неблагоприятном, что приводит к снижению плодородия (вынос элементов питания, закрепление их в труднодоступных формах, разрушение структуры и т.д.). Изменения свойств почвы в течение какого-либо периода могут привести также и к относительно исходному уровню плодородия. Следовательно, за определенный период времени (вегетационный период, годичный или севооборотный цикл и т. д.) изменение плодородия может проявляться в виде неполного, простого и расширенного его воспроизводства.

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 земледельческого 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. При этом происходит замена естественной растительности культурными агроценозами, на почвообразование воздействуют новые факторы, не свойственные природному процессу, — обработка почвы, применение удобрений и других средств химизации, различные приемы водной мелиорации (осушение, орошение и др.). При развитии антропогенного почвообразовательного процесса изменяются емкость, интенсивность и характер биологического круговорота веществ и в целом обмен веществ и энергии.

Важнейшей особенностью круговорота веществ и энергии при развитии антропогенного процесса почвообразования является отчуждение части созданного растениями урожая и заключенных в нем питательных элементов. Развитие антропогенного почвообразовательного процесса в условиях разумной целенаправленной деятельности человека способствует улучшению почв и повышению их плодородия. Нарушение этого принципа может привести к утрате почвенного плодородия (развитие эрозии, процессов засоления, потери гумуса, разрушение структуры и др.).

В годичных и севооборотных циклах развития антропогенного почвообразовательного процесса происходят изменения показателей состава и свойств почвы, обеспечивающих удовлетворение потребностей растений в воде, элементах питания и других почвенных факторах жизни.

Эти изменения могут быть как положительными для плодородия, так и отрицательными. Примером положительных изменений является устранение избыточной кислотности в результате известкования, накопление азота за счет деятельности клубеньковых бактерий при посевах бобовых, удаление вредных солей в орошаемых почвах после их промывок, улучшение водно-воздушного режима за счет рыхления подпахотного слоя и т. д.

Отрицательные изменения связаны с отчуждением элементов питания с продукцией урожая, ухудшением физических свойств пахотного слоя при уплотнении его техникой, появление токсичных количеств солей в корнеобитаемом слое орошаемой почвы, повышение потерь гумуса под пропашными культурами и в паровом поле и т. д.

Современное интенсивное земледелие основывается на широком применении химизации, мелиорации и механизации, а также на использовании высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений. Наибольшая эффективность этих факторов обеспечивается при высоком уровне почвенного плодородия, что подчеркивает все возрастающее значение плодородия почвы по мере повышения интенсивности земледелия.

Поэтому в условиях интенсивного земледелия важнейшей задачей рационального использования почв является обеспечение устойчивого высокого уровня почвенного плодородия, а при низком Уровне — расширенное его воспроизводство, т. е. одновременный Рост эффективного и потенциального плодородия.

Объективная возможность осуществления расширенного воспроизводства почвенного плодородия обеспечивается тем, что человек, зная закономерности развития почвы и ее плодородия, может, во-первых, повысить продуктивность почвы за счет увеличения содержания элементов питания, влаги и направленного восполнения их расхода (например, освоение пустынь и других территорий с малопродуктивными почвами); во-вторых, может вернуть почве больше, чем изъято у нее с урожаем; в-третьих, может регулировать свойства и режимы почвы в целях создания более высокого уровня плодородия.

Эти задачи решаются в земледелии на основе практического осуществления установленных наукой и передовой практикой приемов улучшения свойств и режимов почв. Вместе с тем они требуют от науки поиска новых путей регулирования почвенного плодородия.

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.

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 (Кулаковская).

Одновременно почва с оптимальными параметрами свойств, режимов и площади производственного участка обеспечивает наибольшую эффективность основных факторов интенсификации — химизации, механизации и мелиорации.

Поскольку различные растения предъявляют неодинаковые требования к почвенным условиям, модель почвенного плодородия должна разрабатываться с учетом требований растений к свойствам почв. Вместе с тем при разработке модели следует учитывать свойства и режимы конкретных почв и структуру почвенного покрова, так как для каждого типа почв (в ряде случаев даже подтипа, рода и разновидности) с учетом фациальных особенностей почвенного плодородия урожайность культурных растений будет различна.

На фоне генетических особенностей почв (строение профиля, наличие гумусовых горизонтов, фациальные условия водно-температурного режима и др.) модели почвенного плодородия разрабатывают с учетом гранулометрического состава (песчаные и су­песчаные, легко- и среднесуглинистые, тяжелосуглинистые и глинистые) как фундаментального показателя, имеющего интегральное значение в формировании агрономических свойств почв и дифференцирования агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных растений.

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. Модели оптимального почвенного плодородия и установленные наукой и практикой пути их достижения позволяют хозяйствам наиболее успешно решать конкретную задачу повышения плодородия почв.

К числу общих показателей свойств почв (и их режимов), оптимальные параметры которых необходимо установить для модели плодородной почвы, относятся:

-показатели гумусного состояния почвы — содержание и состав гумуса, его запасы, мощность гумусового слоя;

-параметры, характеризующие питательный режим почв — со­держание доступных форм элементов питания растений;

-показатели оптимальных физических свойств — плотность, агрегатированность, наименьшая влагоемкость, водопроницаемость, аэрация;

-показатели, характеризующие строение почвенного профиля — мощность пахотного слоя и в целом гумусового профиля;

-показатели физико-химических свойств — реакция, емкость поглощения, состав обменных катионов, степень насыщенности основаниями.

Кроме названных свойств, общих для всех типов почв, устанавливают оптимальные зональные показатели, определяющие условия (и уровень) почвенного плодородия отдельных типов почв (наличие токсичных веществ — подвижных форм алюминия и марганца в почвах таежно-лесной зоны, показатели солевого режима — содержание, состав и глубина залегания токсичных солей в почвах аридных и семиаридных зон и др.).

Оптимальные показатели многих свойств в значительной степени зависят от того, насколько оптимальны параметры фундаментальных свойств почвы — гранулометрического состава и гумусного состояния, оказывающие практически основное влияние на все агрономически важные свойства почв и их режимы.

Все факторы жизни равнозначны для растений. Ни один из них не может быть заменен другим. В связи с этим чрезвычайно важно в целях повышения плодородия и получения высоких устойчивых урожаев воздействовать одновременно на все факторы жизни растений. При этом необходимо выявить основной фактор (или группу факторов), воздействие на который стимулирует максимальную эффективность остальных. Например, в засушливых районах главный лимитирующий фактор развития растений и их урожай­ности — вода. Поэтому в этих зонах важнейшее значение приобретают мероприятия по накоплению и продуктивному расходованию влаги.

В таежно-лесной зоне особое значение приобретает улучшение питательного режима и реакции почвы путем внесения удобрений и известкования. В почвах избыточного увлажнения в первую очередь необходимо регулировать водно-воздушный режим. В этом случае максимальный эффект дают применение удобрений и другие приемы повышения плодородия почв.

В зоне орошаемого земледелия важнейшее значение имеет правильное орошение, исключающее возможность заболачивания и вторичного засоления почв.

Таким образом, воздействия на факторы, определяющие урожай растений, требуют дифференцированных приемов повышения плодородия почв в различных зонах с учетом свойств и режимов почв и климатических условий, лимитирующих эффективное плодородие.

В этой связи важное значение приобретают материалы почвенно-агрономических исследований: почвенные карты, картограммы содержания доступных растениям элементов питания (Р, К, N), картограммы кислотности, засоленности, эродированности, заболоченности почв и др.

Одностороннее воздействие на какой-либо фактор жизни растений без изменения других приводит к постепенному снижению эффективности такого воздействия, а при определенных условиях может снизить урожай. Например, избыточное увлажнение при­водит к ухудшению воздушного режима, развитию вредных восстановительных процессов и, как следствие, снижению продуктивности растений; одностороннее избыточное азотное питание затягивает развитие растений, способствует полеганию и снижению урожая.

Наукой и практикой выработан широкий комплекс приемов воздействия на свойства почвы, обеспечивающих регулирование питательного, водно-воздушного, теплового и солевого режимов почв.

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 полезащитных 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.

***Контрольные вопросы и задания***

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?

# ЛПЗ № 1

# Тема: Подготовка почв к анализу.

# Цель работы: Научиться подготавливать почвенные образцы для проведения анализа и пробы.

# Оборудование и материалы.

# 1.Фарфоровая ступка с пестиком.

# 2.Почвенное сито с отверстиями 1 мм.

# 3.Картонные коробки размером 20 × 10 × 8 и 10 × 8 × 5 см с крышками.

# 4.Листы плотной бумаги, совочки, шпатели.

# Ход работы.

# Большинство анализов почвы проводят из образцов, просушенных до воздушно-сухого состояния, измельченных в ступке и просеянных через сито с отверстиями 1 мм. Поэтому подготовка почвы к анализу заключается в доведении образца до воздушно-сухого состояния, отделении включений и новообразований (корней, валунов, журавчиков, железомарганцевых конкреций и др.), взятии средней пробы, измельчении образца и просеивании почвы через сито.

# Образец воздушно-сухой почвы весом 0.5-1 кг рассыпают в виде прямоугольника на листе плотной бумаги. Совочком или шпателем пря- моугольник почвы делят по диагонали на четыре части. Одну часть помещают в фарфоровую ступку и осторожно растирают деревянным пестиком (или пести- ком с резиновым наконечником), чтобы разрушить комки, но не механические элементы, остальные три части смешивают и ссыпают в картонную коробку размером 20 × 10 × 8 см на длительное хранение и для повторных анализов.

# Растертую в ступке почву просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Не прошедшую через сито почву вновь измельчают и просеивают. Так продолжают до тех пор, пока на сите не останется только каменистая часть почвы (гравий, камни). Растертую и про сеянную через сито почву помещают в небольшую (10 × 8 × 5 см) картонную коробку, снабженную этикеткой. эту часть почвы и используют для большинства анализов.

# Для каждого вида анализа берут из растертого образца свою среднюю пробу различного веса. С этой целью образец почвы высыпают на лист бумаги, разравнивают тонким слоем и делят на квадраты со сторонами 56 см. Из каждого квадрата ложкой или шпателем берут немного почвы, составляя из взятого среднюю пробу необходимого веса.

# ЛПЗ № 2

# Тема: Определение гранулометрического состава почв полевым методом.

# Цель работы. Определение гранулометрического состава грунта.

# Оборудование и материалы. Градуированные цилиндры – 2 шт., палочка с резиновым наконечником, 5%-ный раствор хлористого кальция (CaCl), воздушно-сухой грунт нарушенной структуры.

# Ход работы.

# 1. Определение содержания песчаной фракции (частицы диамет- ром 2 – 0,05 мм).

# 1. Сухой грунт ложкой насыпают в цилиндр и постукиванием по ладони уплотняют до 10 см3.

# 2. Легким встряхиванием цилиндра разрыхляют грунт и наливают в цилиндр воду до деления 50 – 60 см3.

# 3. Грунт тщательно растирают при помощи палочки с резиновым наконечником и размешивают с водой до исчезновения мазков глины на стенках цилиндра. Цилиндр доливают водой до 100 см3.

# 4. Полученную суспензию взмучивают палочкой с резиновым наконечником, вынув палочку, замечают время и дают суспензии отс- тояться 90 с. За это время все песчаные частицы оседают на дно. Че- рез 90 с 2/3 объема суспензии с пылеватыми и глинистыми частицами сливают до деления 30 – 35 см3.

# 5. Цилиндр вновь доливают до 100 см3, взмучивают суспензию, дают ей отстояться 90 с, снова сливают 2/3 ее объема и т.д. Этот про- цесс повторяют до полного осветления жидкости.

# 6. Затем переходят к сливанию крупных пылеватых частиц через более короткие промежутки времени. Для этого оставшуюся суспен- зию в объеме 30 – 35 см3 взмучивают и через 30 с осторожно сливают почти всю жидкость над грунтом (при сливании следят, чтобы песча- ные частицы не уносились вместе с водой). Цилиндр доливают водой до 30 см3, взмучивают, через 30 с сливают и т.д. Операцию повторяют до совершенно полного осветления жидкости.

# 7. Наливают воду до 100 см3, дают отстояться песчаным частицам и определяют их объем. Так как 1 см3 составляет 10 % взятого объема грунта, то содержание песчаной фракции в грунте определяют умно- жением числа кубических сантиметров осадка на 10.

# Результаты опыта записывают в табл. 1

# Таблица 1

# Начальный

# объем

# грунта, см3

#  Объем

# оставшегося

# грунта, см3

#  Содержание

# песчаной

# фракции, %

# 10

# 2. Определение содержания глинистой фракции (частицы диа- метром менее 0,005 мм).

# 1. Сухой грунт ложкой насыпают в цилиндр и постукиванием по ладони уплотняют до 20 см3.

# 2. Грунт разрыхляют, в цилиндр наливают воду до деления 50 – 60 см3. Растирают грунт до исчезновения мазков глины на стенках цилиндра.

# 4. Полученную суспензию взмучивают палочкой с резиновым наконечником, вынув палочку, замечают время и дают суспензии отс- тояться 90 с. За это время все песчаные частицы оседают на дно. Че- рез 90 с 2/3 объема суспензии с пылеватыми и глинистыми частицами сливают до деления 30 – 35 см3.

# 5. Цилиндр вновь доливают до 100 см3, взмучивают суспензию, дают ей отстояться 90 с, снова сливают 2/3 ее объема и т.д. Этот про- цесс повторяют до полного осветления жидкости.

# 6. Затем переходят к сливанию крупных пылеватых частиц через более короткие промежутки времени. Для этого оставшуюся суспен- зию в объеме 30 – 35 см3 взмучивают и через 30 с осторожно сливают почти всю жидкость над грунтом (при сливании следят, чтобы песча- ные частицы не уносились вместе с водой). Цилиндр доливают водой до 30 см3, взмучивают, через 30 с сливают и т.д. Операцию повторяют до совершенно полного осветления жидкости.

# 7. Наливают воду до 100 см3, дают отстояться песчаным частицам и определяют их объем. Так как 1 см3 составляет 10 % взятого объема грунта, то содержание песчаной фракции в грунте определяют умно- жением числа кубических сантиметров осадка на 10.

# Результаты опыта записывают в табл.2

# Таблица 2.

# Начальный

# объем грунта,

# см3

#  Объем набухшего грунта, см3 Приращение объема, см3 Относительное приращение объема Содержание глинисто фракции,%

# 20

# ЛПЗ № 3

# Тема: Анализ гранулометрического состава почвы пипеточным методом.

# Цель работы: Анализ гранулометрического состава почвы

# Материалы и оборудование:

# − колба с суспензией;

# − секундомер;

# − две большие фарфоровые чашки;

# − весы технические с разновесом;

# − пипетка на 100 см3;

# − сито d = 0,25 мм;

# − сосуд на 500 см3;

# − штатив;

# − стакан на 150 см3;

# − термометр;

# − стеклянная палочка.

# Подготовительные работы (выполняются лаборантом).

# Из образца воздушно-сухого грунта, пропущенного через сито 2 мм, отбирается средняя проба рс = 20 ± 0,01 г (навеска используется для анализа).

# Определение навески воздушно-сухого грунта производится по формуле

# рг = ро ⋅ (1+Wг ) , где Wг – гигроскопическая влажность.

# Ход работы.

# 1. Суспензия из конической колбы сливается через сито 0,25 мм в большую чашку. Частицы, прилипшие к стенкам колбы, сливаются водой.

# 2. Сито с частицами, оставшимися на нём, переносятся во вторую большую чашку и промываются водой. Одновременно грунт растирается пальцем с тем, чтобы от частиц d > 0,25 мм отделить более мелкие. Частицы из обеих больших чашек сливаются и смываются струёй в мерный сосуд. Эта операция повторяется до полного осветления промывной воды. Затем сосуд доливается до метки, соответствующей общему объёму 500 см3. Суспензия перемешивается и измеряется температура Т.

# 3. Частицы, оставшиеся на сите (> 0,25 мм), струёй воды смываются сперва в большую чашку, а из неё в малую, вес которой заранее определён. После выпаривания и высушивания проба в чашке взвешивается, и устанавливается вес частиц d > 0,25 мм, который обозначается рd > 0,25.

# 4. Пипеткой отбирается проба воды той же температуры, что и суспензия и сливается в малый стакан (устройство пипетки и различные положения трёх-

# ходового крана показаны на рис. 1.5). Определяется вес стакана с водой q с точностью до 0,01 г. Эта операция повторяется два-три раза. Расхождение между взвешиваниями не должно превышать 0,04 г.

# 5. Суспензия в мерном сосуде в течение одной минуты тщательно перемешивается стеклянной палочкой, пускается секундомер, и по прошествии t секунд от момента прекращения перемешивания с уровня l от поверхности отбирается первая проба, содержащая частицы d > 0,05 мм.

# 6. Проба из пипетки сливается в стакан, и определяется вес стакана с суспензией Q.

# 7. Суспензия из стакана сливается в мерный сосуд. Стакан и пипетка промываются водой, и в указанной выше последовательности (см. пп. 5 и 6) отбираются пробы суспензии, содержащие частицы с d < 0,01 мм и с d < 0,002 мм.

#

# Практическое занятие №4

# Тема: Анализ микроагрегатного состава почвы

#  Микроагрегат [microagregate] - почвенное трехмерное образование, состоящее из первичных (элементарных) почвенных частиц. По предложению К.К. Гедройца к микроагрегатам относят агрегаты диаметром 0.25 мм - макроагрегатами, или, просто агрегатами. Для определения распределения содержания фракций микроагрегатов (фракции имеют те же размеры, что и в гранулометрическом составе) почву подвергают физико-химическому и механическому воздействию, разрушающему макроагрегаты, но сохраняющему микроагрегаты. Это должно быть воздействие более слабое, чем используется при гранулометрическом анализе. Поэтому, при микроагрегатном анализе применяют: (а) интенсивное механическое взбалтывание в дистиллированной воде (метод Н.А. Качинского), (б) на порядок более низкую концентрацию (0.4%-ная) пирофосфата натрия, чем при гранулометрическом анализе и очень слабое механическое воздействие. Эти физико-химические диспергации позволяет разрушить макроагрегаты, но сохранить неразрушенными микроагрегаты. Определение содержания фракций микроагрегатов производят пипет-методом или другими методами, используемыми для гранулометрического анализа.

# Традиционно распределение микроагрегатов по размерам (микроагрегатный состав почв) рассматривается совместно с гранулометрическим составом почв. Более того, как указывалось выше, фракции микроагрегатов по размерам аналогичны фракциям гранулометрических элементов. Это позволяет провести ряд оценок устойчивости микроструктуры. Если рассмотреть кумулятивные кривые гранулометрического и микроагрегатного анализов, можно заметить их несовпадение как в области тонких частиц, так и в области крупных, песчаных (рис. IV.2).

#

# Различие в содержании тонких частиц, в частности, ила, указывает какое количество ила из гранулометрии участвует в формировании микроагрегатов. Эта область агрегированного ила (см. рис. IV.2). Чем она больше, тем большее количество ила участвует в образовании устойчивых микроагрегатов, тем лучше почвенно-физические

# условия. Напротив, в области крупных песчаных частиц кривая микроагрегатного анализа идет выше, количество микроагрегатов выше, чем гранулометрических частиц. Это вполне понятно: в случае микроагрегатного анализа мы определяем частицы, которые получились агрегированием из более мелких гранулометрических частиц. Значит, чем шире эта область различия кривых микроагрегатного и гранулометрического составов, тем больше крупных микроагрегатов, тем лучше микроагрегирована почва. Именно на основании рассмотрения этих областей в гранулометрическом и микроагрегатном анализах предложены различные характеристики (или коэффициенты), позволяющие судить об агрегированности почв, о наличии стабильных микроагрегатов.

# Навеску почвы (для песчаных почв - 20 г, для суглинистых - 10 г), взятую на аналитических весах (желательно с точностью до 0,0001 г) помещают в фарфоровую ступку, в которую по каплям доливают 25 мл 0.4%-ного раствора пирофосфата натрия. Через 10 мин пробу почвы с прилитым пирофосфатом размешивают стеклянной палочкой в течение 3-х мин. Полученную пасту переносят в цилиндр через сито 0.25 мм. Оставшиеся на сите комочки почвы смывают из промывалки дистиллированной водой (не растирая!), переносят в тарированный бюкс, выпаривают на песчаной бане, высушивают в сушильном шкафе при 105 С°, и взвешивают на аналитических весах. Рассчитывают содержание фракции микроагрегатов размером >0.25 мм. Содержание остальных фракций определяют пипет-методом, аналогично определению этих фракций в гранулометрическом анализе.

# NB! — при расчете времени отбора проб вязкость суспензии брать, как для чистой воды.

# Методика микроагрегатного анализа

# В теоретических и практических (агрономических, мелиоративных) целях необходимо выяснить, в какой мер ЭПЧ соединены в микроагрегаты (рис. 3.3) и насколько они водостойки. Для этого определяют микроагрегатный состав почвы, т.е. относительное содержание водостойких агрегатов разного размера (0,25-0,05, 0,05-0,01, 0,01-0,005, 0,005-0,001 и < 0,001).

# Микроагрегатный анализ почвы по методу Н. А. Качинского

# Незасоленные почвы. Берут 100. 150 г. воздушно-сухой почвы, отбирают из нее корни, осторожно растирают в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Затем из подготовленной почвы отбирают навески для микроагрегатного анализа (10. 15 г) и для определения содержания в почве влаги (4. 5 г),

# Подготовленную для микроагрегатного анализа навеску переносят в бутыль 0,5 л. и наливают в нее до половины дистиллированную воду. Почву оставляют на сутки для размокания, затем встряхивают в течение 2 ч на мешалке. После этого содержимое бутыли через сито с диаметром отверстий 0,25 мм переносят в литровый цилиндр, доливают его до 1000 см3 и устанавливают вертикально. Оставшуюся на сите фракцию переносят в сушильный стаканчик, высушивают в термостате до постоянной массы и определяют ее процентное содержание, принимая за 100% массу взятой для анализа почвы.

#  Сроки и глубина взятия проб суспензии в цилиндре изменяются в зависимости от плотности жидкости и частиц (см. определение грансостава).

#  Расчеты

# Расчеты в микроагрегатном анализе в целом аналогичны расчетам, используемым при анализе гранулометрического состава

# Использование результатов

# При сравнение кривых гранулометрического и микроагрегатного составов (рис. 3.2) позволяют сделать ряд выводов по микрооструктуренности почвы.

#  Ниже приводятся ряд оценочных градации почв по гранулометрическому и микроагрегатному составам.

# Коэффициент дисперсности по Качинскому(КД%)КД = ,

# Где Им и Иг. содержание фракции ила при микроагрегатном и гранулометрическом составах в %.

#  Степень агрегированности по Бэйверу(АГ% ) Аг= ,

# Где Пм и Пг. содержания фракции >0.05 мм при микроагрегатном и гранулометрическом анализах.

# Приведенными показателями микроагрегированности можно пользоваться как при сравнении почвенных образцов, так и при характеристике микроагрегатной устойчивости конкретной почвы.

# Контрольные вопросы и задания

# 1. Дайте определение понятию микроагрегат

# 2. Какие методики для анализа микроагрегатного состава почвы существуют?

# 3. Дайте определение микроагрегатного анализа почвы по методу Н. А. Качинского.

# Практическое занятие №5

# Тема: Определение плотности и плотности твердой фазы почвы.

# Плотность твердой фазы, согласно существующим в почвоведении представлениям, является одной из фундаментальных характеристик почвы, отражающей ее минералогический и химический составы. Точное определение данного параметра необходимо не только для достоверной оценки состава почвы, но и для расчета таких величин, как скорость падения элементарных почвенных частиц в жидкостях (например, при выполнении гранулометрического анализа методом пипетки) и пористость почвы. Методы изучения плотности твердой фазы основаны на определении объема, занимаемого твердой фазой, соответствующего объему вытесняемой жидкости. В качестве таковой используют полярные (дистиллированную воду, спирт) и неполярные жидкости с низким поверхностным натяжением (керосин, бензин, толуол и др.).

# Выделяют две группы методов:

# Метод определения плотности твердой фазы незасоленных почв (с использованием полярных жидкостей).

# Метод определения плотности твердой фазы засоленных почв (с использованием неполярных жидкостей).

# Объектом исследования был выбран чернозем обыкновенный (карбонатный) - один из зональных подтипов черноземов, доминирующий в почвенном покрове юга России. Чернозем обыкновенный карбонатный характеризуется существенным изменением объема при увлажнении, проявляя способность к набуханию и усадке. Эта его особенность явилась решающей при выборе объекта исследования, так как изменение объема вносит существенные коррективы в результаты определения плотности твердой фазы почвы. Почвенные разрезы закладывали на территории Ботанического сада Южного федерального университета.

# Материалы и методы исследования

# Определение плотности твердой фазы проводили с использованием дистиллированной воды (без СО2) и керосина пикнометрическим методом в десятикратной аналитической повторности. Подготавливали почву к анализу растиранием образцов резиновым и агатовым пестиками с последующим просеиванием через сита 1 и 0,25 мм соответственно. Выбор пестиков определяется различной твердостью материалов, из которых они выполнены и, соответственно, получаемого при истирании почвы размера зерен.

# Проведена математическая обработка полученных результатов; в данной работе приводятся следующие показатели: М - средняя арифметическая величина, n - число наблюдений (определений), td - критерий Стьюдента (критерий оценки достоверности разницы), tst - стандартное (критическое) значение критерия Стьюдента для данной выборки, которая определяется удвоением n, т.к. сравниваются два ряда наблюдений.

# Ряд исследователей считают, что данный показатель следует определять не в воде, а в неполярных жидкостях, так как с водой получают завышенные результаты вследствие

# сжатия системы «почва-вода». Жидкости адсорбируются гидрофильными порошками (к которым относится и почва) прямо пропорционально их диэлектрической постоянной. Вода, диэлектрическая постоянная которой равна 81, сильнее адсорбируется почвой, чем неполярные жидкости, имеющие диэлектрическую постоянную, равную 2. Адсорбируясь, вода сжимает почвенную частицу, следовательно, уплотняет ее, в результате чего уменьшается объем, занимаемый почвой.

# Исследования, проведенные в лаборатории кафедры физики и мелиорации почв МГУ, по сравнению влияния различных жидкостей на величину плотности твердой фазы почвы также показали завышение результатов при применении воды. Существенные погрешности выявлены для почв тяжелого гранулометрического состава, а также обогащенных органическим веществом.

# Подобные сведения о возможности сильного сжатия слоя воды вокруг коллоидных частиц приводятся и в различных учебных изданиях и методических руководствах по грунтоведению и инженерной геологии.

# Хотелось бы подчеркнуть, что речь идет только лишь о возможности такого сжатия (контракции), а не об общем правиле. На наш взгляд, это очень важный момент, поскольку за счет контракции возможно как завышение, так и занижение результатов анализа. Определяться это будет не столько гранулометрическим, сколько минералогическим составом, а точнее способностью минералов, входящих в состав почвы, к набуханию.

# Несмотря на это, некоторые авторы не рекомендуют использование неполярных жидкостей для определения плотности твердой фазы почв, т. к. это будет отступлением от естественных условий. Их применяют только для засоленных почв, чтобы избежать растворения легко растворимых солей.

# Аналогичную точку зрения высказывают С.А. Модина и С.И. Долгов. Авторы считают, что с почвенной и агрономической точек зрения правильнее было бы определять плотность почвенных частиц с использованием воды. В качестве аргумента они выдвигают следующие соображения: определение всегда проводится не ради самих величин плотности, а для последующего расчета пористости почвы, как вместилища почвенной влаги, которая при этом будет также уплотняться на поверхности почвенных частиц, как она уплотняется при определении их плотности. Поэтому для определения плотности почвенных частиц засоленных почв авторы рекомендуют использовать воду после предварительного отмывания из почвы легкорастворимых солей. Рассмотренные подходы и требования к выполнению анализа плотности твердой фазы почв аналогичны международным методам.

# На основании проведенных нами исследований мы пришли к убеждению о необходимости определения плотности твердой фазы почв как генетического параметра с использованием и полярных, и неполярных жидкостей. Оба варианта пикнометрического метода позволяют получать информацию, характеризующую особенности строения почвы с точки зрения не только ее минералогического и химического составов, но и степени ее дисперсности, микропористости, степени гидрофильности/гидрофобности и др.

# Контрольные вопросы и задания

# 1. Что представляет собой твердая фаза почвы?

# 2. Какие методы применяют для определения твердой фазы почв?

# 3. С какой целью проводят данные исследования?

#

# ЛПЗ №6

Тема: Определение порзности почвы расчетным путем.

Сумма объемов свободных промежутков почвы составляет величину объема пор и выражается в процентах. Принцип метода заключается в том, что определенный объем почвы смешивается с таким же объемом воды, при этом получается не сумма объемов почвы и воды, а величина, несколько меньшая.

Разница между суммой взятых при исследовании объемов почвы и воды и фактически полученных объемов, выраженная в процентах, будет составлять величину объема пор.

При этом крупнозернистые почвы имеют относительно большую величину пор, однако общий их объем (пористость почвы) более значителен у мелкозернистых почв. Так, для песка пористость составляет 40%, для глины — 53%, для торфа — 84%.

**Ход определения**

В мерный цилиндр вместимостью 1000 см3 наливают 500 см3 воды. В другой мерный цилиндр насыпают такой же объем исследуемой суховоздушной почвы и затем пересыпают в первый цилиндр. Содержимое цилиндра взбалтывают и отмечают общий объем почвы и воды.

Пористость определяют по формуле:



где: а — объем взятой почвы, см; b — объем воды, см3; с — объем смеси воды и почвы, см3.

Почва представляет собой дисперсное тело. Это значит, что она состоит из большого числа частиц разного размера, в большинстве своем мелких. Диаметр частиц почвы измеряется от одного миллиметра до тысячных и стотысячных его долей. Вместе с тем почва — тело пористое, во всех направлениях оно пронизано сообщающимися друг с другом промежутками между частицами. Именно в этих промежутках — почвенных порах и находится влага, тем или иным путем проникшая в почву.
Благодаря тому, что почвенные поры очень малы, поведение воды, заполняющей их, отличается рядом особенностей. Чтобы эти особенности были понятны, прежде всего необходимо охарактеризовать порозность почвы. Наши сведения о форме, размерах и свойствах порового пространства почвы (общей совокупности пор) довольно скудны.
Наиболее легко определяется величина общей порозности почвы, т. е. суммарный объем всех пор. Известным приемом для этого является определение объемного веса и удельного веса почвы. Обозначая объемный вес почвы через OB, а удельный вес через УВ, вычисляем искомую порозностьП из формулы

П = (1 - ОВ/УВ) 100.

Порозность выразится в процентах от объема почвы.
Порозность в разных почвах и в разных горизонтах одной и той же почвы варьирует в довольно широких пределах: в минеральных почвах — примерно от 25 до 60%; в чисто органогенных горизонтах, например в торфах и лесных подстилках, она может превышать 90%. В верхних, гумусовых горизонтах минеральных почв величина порозности бывает обычно выше за счет рыхлости, хорошо выраженной структуры, наличия ходов корней, ходов роющих животных и т. д. В нижних горизонтах порозность уменьшается, доходя до 40—45% в глинистых и суглинистых неоглеенных породах и до 35—40% в песчаных. В оглеенных суглинистых и глинистых породах она понижается до 25—30%.
Для иллюстрации сказанного в табл. 1 приведено несколько примеров изменения порозности почв по профилю разреза.



Из этой таблицы видно, что и в глубоких горизонтах порозность по большей части превышает 40%, что подтверждает сказанное выше.
Однако мы не можем удовлетвориться одной только суммарной количественной характеристикой почвенной порозности. Нас неизбежно интересует и качественная сторона: размер пор, их форма и т. д. Путем простого наблюдения может быть установлено, что чем крупнее частицы, из которых состоит почва, тем крупнее поры, и наоборот. Однако такой элементарный вывод тоже не может нас удовлетворить. Поэтому естественно, что ученые уже с давних пор старались исследовать порозность почвы более подробно.
Была сделана попытка заменить почву моделью, состоящей из шарообразных частиц одинакового размера. Преимущество такой модели заключается в том, что присущая ей порозность может быть количественно и качественно охарактеризована при помощи элементарной геометрии.
Конечно, такая модель сильно отличается от реальной почвы, в которой частицы имеют различный размер, разную форму и никогда не бывают шарообразными. Закономерности, которые могут быть установлены на такой модели, имеют лишь очень ограниченное приложение в отношении реальных естественных почв. Поэтому изложение их дается весьма кратко.
Шарообразные частицы одинакового размера могут быть расположены по отношению друг к другу различно. Существует два главных, крайних случая их взаимного расположения, иллюстрируемые рис. 1.
В первом случае, когда шары лежат наиболее рыхло, их центры располагаются по углам кубической решетки (рис. 1 ,а). Такое расположение мы и будем называть кубическим. Здесь каждая частица соприкасается с шестью другими частицами модели. Порозность всей системы при кубическом расположении шарообразных частиц составляет 47,6%, а объем твердых частиц 52,4%. Поры в такой системе имеют форму как бы кубов с шарообразно вогнутыми стенками и соединяются между собой узкими проходами.



Во втором случае, когда шары лежат плотно, их центры располагаются по углам тетраэдров (рис. 1,б). Такое расположение мы будем называть гексагональным; каждая частица соприкасается с двенадцатью соседними частицами. Порозность здесь равна 25,95%, а объем твердых частиц 74,05%. Поры в этом случае имеют двоякую форму (рис. 2): тетраэдрическую и ромбоэдрическую, но и в этом случае они соединяются проходами более узкими, чем диаметр самих пор. Поровое пространство между частицами приобретает очень сложное строение, что можно видеть на рис. 3, на котором изображен слепок такого пространства.
Если мы сопоставим величины порозностей естественных почв, приведенные в табл. 1, с порозностью модели при различном расположении частиц, то увидим, что в большинстве случаев естественная порозность почвы либо близка к порозности модели при кубической упаковке частиц (47%), т. е. при наиболее рыхлом их расположении, либо превышает эту величину. Превышение всегда имеет место в гумусовых горизонтах, где порозность достигает 50—70%. Чем можно объяснить такое рыхлое или даже очень рыхлое (в гумусовых горизонтах) расположение частиц? Казалось бы, что в процессе отложения
и самоуплотнения частицы рыхлых наносов и почв должны располагаться максимально плотно. Это кажущееся противоречие объясняется очень просто. Дело в том, что и рыхлые наносы, из которых образуются почвы, и самые почвы почти всегда (исключая почвы и наносы супесчаного, песчаного и более грубого механического состава) обладают той или иной агрегированы остью, т. е. отдельные минеральные зерна, из которых состоит нанос или почва, расположены не свободно, рыхло, раздельно, а склеены друг с другом в комочки (агрегаты). В наносах, т. е. в материнских породах и в нижних малогумусовых горизонтах почв, эти комочки, как правило, очень мелки — их диаметр измеряется сотыми долями миллиметров и даже меньше. В гумусовых горизонтах размер комочков гораздо больше, он может достигать нескольких миллиметров, а иногда и нескольких сантиметров. В гумусовых горизонтах более крупные комочки нередко состоят из более мелких, а эти последние — из комочков еще более мелких или же из отдельных частичек минералов (рис. 4).Порозность и наносов, и почв слагается из порозностимежагрегатной и внутриагрегатной, которая может быть, в свою очередь, сложной, особенно в гумусовых горизонтах. Простой расчет показывает, что даже при наиболее плотном расположении и агрегатов, и отдельных зерен внутри агрегатов суммарная (межагрегатная + внутриагрегатная) порозность может достигать значительных величин, превышая порозность модели при наиболее рыхлом расположении частиц.



Однако в природе существует один случай, когда порозность почвы приближается к порозности модели при наиболее плотной упаковке. В табл. 2 приведены величины порозности глееватых и глеевых горизонтов некоторых типов почв. Сопоставляя эти величины порозностисприведенными в табл. 1, мы видим, что они значительно ниже, а величины объемного веса значительно выше, чем в табл. 1. В двух последних почвах порозность глеевых горизонтов очень близка к 26%, т. е. к порозности модели при наиболее плотной, гексагональной упаковке. Это явление объясняется тем, что в процессе оглеения вследствие восстановления соединений железа, являющихся часто клеящим веществом в агрегатах, которые распадаются на составляющие их отдельные зерна, почва получает возможность уплотняться. Уплотнение идет часто до возможного максимального предела, соответствующего порозности «идеальной» почвы при гексагональной упаковке.
Таким образом, величины порозности естественных почв в общем довольно близки к величинам порозности систем, состоящих из шарообразных частиц. Кроме того, и для почв, и для грунтов характерной чертой является хорошо выявленная у «модельно» почвы ритмическая изменчивость размеров пор — более широкие промежутки соединяются друг с другом более узкими перемычками. Иными словами, поровое пространство почвы представляет собой как бы пространственную (трехмерную) сетку из узловатых нитей, причудливо переплетающихся друг с другом. Узелки — расширенные участки пор.
Ho на этом сходство между естественными почвами и «модельной» почвой заканчивается. Естественные почвы состоят из частиц очень разнообразного размера. Среди них много таких (особенно это относится к частицам глинных минералов), которые имеют форму пластинок. В силу этого форма и размеры почвенных пор имеют мало общего с формой и размерами промежутков между частицами у рассмотренной модели.



Контрольные вопросы:

1.Дайте определение порозности почвы?

2.По какой формуле вычисляется порозность почвы?

3Назовите примеры порозности почвы?

 ЛПЗ №7

Тема: Определение гигроскопической влажности, максимальной гигроскопичности почвы и влажности завядания растений расчетным путем.

Навеску почвы 2-5 г берут на аналитических весах в предварительно высушенных при температуре 100-105 0С и взвешенных стеклянных бюксах (бюксы взвешивают с крышками). Бюксы с почвой в течение 5 ч выдерживают в сушильном шкафу при температуре 100-1050С. С помощью щипцов с резиновыми наконечниками бюксы вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Условились считать, что выдерживание почвы в течение 5 ч при температуре 100-1050С приводит к полной потере гигроскопической влаги. Если необходимо проверить полноту удаления гигроскопической влаги, бюксы с почвой снова ставят в сушильный шкаф на 1,5-3 ч и взвешивают. Высушивание прекращают, если масса равна или больше результата предыдущего взвешивания (увеличение массы может произойти за счет окисления некоторых компонентов почв). Расчет массовой доли гигроскопической влаги (%) проводят по уравнению:



Где m – масса воздушно-сухой почвы, г; m1 – масса высушенной почвы, г.

Гигроскопическая влажность грунта следует определять как отношение мас-сы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной мас-сы, к массе высушенного грунта.

Подготовка к испытаниям.

Пробу грунта для определения влажности отбирают мас-сой 15-50 г, помещают в заранее высушенный, взвешенный и пронумерованный стаканчик и плотно закрывают крышкой.

Пробы грунта для определения гигроскопической влаж-ности грунта массой 10-20 г отбирают способом квартования из грунта в воздушно-сухом состоянии растертого, просеянного сквозь сито с сеткой № 1 и выдержанного открытым не менее 2 ч при данной температуре и влажности воздуха.

Проведение испытаний

Пробу грунта в закрытом стаканчике взвешивают.

Стаканчик открывают и вместе с крышкой помещают в нагретый сушильный шкаф. Грунт высушивают до постоянной массы при температуре (105 ± 2)°С. Загипсованные грунты высу-шивают при температуре (80 ± 2)°С.

Песчаные грунты высушивают в течение 3 ч, а остальные ? в течение 5 ч. Последующие высушивания песчаных грунтов производят в течение 1 ч, остальных ? в течение 2 ч.

Загипсованные грунты высушивают в течение 8 ч. Последующие высушивания производят в течение 2 ч.

После каждого высушивания грунт в стаканчике охлаж-дают в эксикаторе с хлористым кальцием до температуры поме-щения и взвешивают. Высушивание производят до получения разности масс грунта со стаканчиком при двух последующих взвешиваниях не более 0,02 г.

Если при повторном взвешивании грунта, содержащего органические вещества, наблюдается увеличение массы, то за ре-зультат взвешивания принимают наименьшую массу.

Обработка результатов.

Влажность грунта w, %, вычисляют по формуле

W = 100 (m1 - m0) / (m0- m)

где m масса пустого стаканчика с крышкой, г;

m1  масса влажного грунта.со стаканчиком и крышкой, г;

m0  масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой, г.

Допускается выражать влажность грунта в долях единицы.

Контрольные вопросы:

1.Дайте определение гигроскопической влажности?

2.Формула вычисления гигроскопической влажности?

3.Как отбирают пробы грунта?

 ЛПЗ №8

Тема: Определение полной влагоемкости и капиллярной влагоемкости почвы.

Под влагоемкостью почвы понимают ее способность удерживать длительное время, определенное количество воды. В зависимости от условий заполнения и удержания различают максимальную адсорбционную влагоемкость, наименьшую (полевую) влагоемкость, или водопроницаемость.

Наименьшая (полевая) влагоемкость -- это максимальное количество капиллярно-подвешенной воды, которое может удержать почва менисковыми или капиллярными силами после стекания всей гравитационной воды.

Влагоемкость зависит от гранулометрического состава почвы, от строения почвы, от количества гумуса, солонцеватости, засоленности. Ее выражают в весовых, объемных процентах, м3 на 1 га, мм.

**Определение наименьшей (полевой) влагоемкости в поле.**Наименьшую полевую влагоемкость студенты определяют в окрестности сельхозинститута.

На выбранном участке закладывают опытную площадку размером 3 х 3 м. Удовлетворительные результаты получаются и при размере площадки 1,5 х 1,5 и 1 х 1 м.

Поверхность площадки выравнивают, обрабатывают так же, как и все поле, и заливают водой в количестве, необходимом для вытеснения воздуха из пор намеченного к обследованию объема почвы. Для защиты от растекания воды при заливке площадку окружают двумя земляными валами высотой 20-- 25 см, отстоящими друг от друга на расстоянии 0,4--0,6 м. Можно отметить площадку ветками, а на расстоянии 0,5 м от нее насыпать вокруг земляной вал.

Для определения количества воды, нужной для заливки площадки, неподалеку делают почвенный разрез, проводят морфологическое описание почвы, определяют объемную, удельную массу, влажность и скважность почвы. Вычисляют общую скважность и фактический запас воды в почвенных слоях. Результаты записывают по нижеприведенной форме. В данном примере для полного насыщения почвенного слоя 0--30 см нужно 111,6 мм или 1116 м3 воды на 1 га. Фактический запас ее 405 м3 на 1 га. Следовательно, для насыщения почвы требуется 1116 -- 405 = 711 м3 на 1 га, а на площадку в 2 м2 -- 0,142 м3 или 142 л. Учитывая потерю воды на растекание, норму ее увеличивают в 1,5--2,0 раза. При метровой глубине промачивания выливают 200--300 л на 1 м2.

Рассчитанный объем воды подают на площадку постоянным напором воды 5 см. Слой воды 5 см поддерживают до тех пор, пока не будет израсходован весь запас воды. Когда вся вода впитается в почву, площадку закрывают клеенкой или полиэтиленовой пленкой, а сверху полуметровым слоем соломы для предохранения от испарения и оставляют для стекания гравитационной воды. Супесчаные и песчаные почвы выдерживают сутки, суглинистые 2--3 суток, глинистые 3--5 суток. По истечении этого срока через каждые 10 см берут буром почвенные пробы на влажность не менее, чем в трехкратной повторности. Как только установится постоянная влажность с небольшими колебаниями в пределах 0,5--0,7 %, эту влажность и принимают за величину полевой влагоемкости.

Расчет влагоемкости осуществляется по формулам:

НВ % = ((а - в) / (в - с)) \* 100; НВ м = НВ %

Наименьшая полевая влагоемкость используется при расчете поливных норм, промывных норм для засоленых почв, планировании режима орошения сельскохозяйственных культур.

На данной учебной практике мы изучили методы полевого исследования, определения почв в полевых условиях по морфологическим признакам, освоили методику отбора образцов почвы для лабораторных исследований и приобрели навыки по выделению почвенных контуров в натуре. Мы прочно закрепили изученную нами теорию, полученную в процессе изучения почвоведения.

Контрольные вопросы:

1.Дайте определение влагоемкости почвы?

2.Назовите формулы влагоемкости?

3.По каким признакам определяют влагоемкость почв?

 ЛПЗ №9

Тема: Определение содержания гумуса по методу Тюрина.

Содержание гумуса – важнейший показатель плодородия почвы, поскольку в нем сосредоточено около 90 % валовых запасов азота, часть фосфора, серы, микроэлементов. Почвы с высоким содержанием гумуса имеют агрономически ценную структуру, большую емкость поглощения, большую буферность по отношению к кислотно-основным факторам воздействия. Гумусовые вещества могут также оказывать и непосредственное влияние на растения, стимулируя их рост и развитие.

**Принцип метода**

Метод основан на окислении органического вещества почвы хромовой кислотой до образования СО2. Количество кислорода, пошедшее на окисление органического углерода, находят по разности между количеством хромовой кислоты, взятой для окисления и оставшейся неизрасходованной после окисления. В качестве окислителя используют 0,4 н. раствор K2Cr2O7 в серной кислоте, предварительно разбавленной водой в соотношении 1 : 1.

Реакция окисления углерода гумуса почвы избытком дихромата калия протекает по уравнению:

3С0 (гумуса) + K2Cr2O7 + 8H2SO4 = 2Cr(SO4)3 + 2K2SO4 + 8H2O + 3CO2,

где 3С0 (гумуса) + 4Cr6+ → Cr3+ + 3C4+.

Окисление идет в сильнокислой среде и сопровождается восстановлением шестивалентного хрома в трехвалентный.

Избыток хромовой кислоты, не израсходованный на окисление углерода, оттитровывают раствором соли Мора, представляющей собой двойную соль сульфата аммония и сульфата железа (II). Реакцияпротекаетпоуравнению:

6FeSO4(NH4)2SO4 + K2Cr2O7 + 7H2SO4 =

= Cr2(SO4)3 + 3Fe2(SO4)3 + 6(NH4)2SO4 + K2SO4 + 7H2O,

где 2Cr6+ + 6Fe2+ 2Cr3+ + 6Fe3+.

По количеству дихромата калия, пошедшего на окисление гумуса, судят о содержании органического углерода в почве.

Для получения объективных результатов необходимо тщательно готовить образцы почвы к анализу и точно соблюдать продолжительность кипячения.

**Ход анализа**

1) Из среднего образца почвы, просеянного через сито с диаметром отверстий 1 мм взять навеску массой 5 *г*, тщательно отобрать корешки и другие органические остатки, используя пинцет и стеклянную палочку, натертую суконной или шерстяной тканью, растереть в фарфоровой ступке и просеять через сито с диаметром отверстий 0,25 мм.

2) Из подготовленного образца взять на часовое стекло или в пробирку навеску почвы с точностью до 0,001 г: при содержании гумуса в почве 7-10 % - 0,1 *г*; 4-7 – 0,2 *г*; 2-4 – 0,3 *г*; 1,2-2 – 0,5 *г*, если гумуса менее 1 % - 1 *г*.

3) Взвешенную почву перенести количественного в пробирку, калиброванную на объем 50 мл.

4) Прилить дозатором или из бюретки 10 мл хромовой смеси (реактив 1); перемешать стеклянной палочкой, пробирку поставить в кипящую водяную баню на 1 ч; содержимое пробирок перемешивать через каждые 20 мин.

5) После часовой экспозиции пробирки охладить и прилить в них 40 мл дистиллированной воды.

6) Содержимое пробирок тщательно перемешать, убрать из пробирок стеклянные палочки, дать отстояться до оседания почвенных частиц (если раствор над почвой остается мутным, пробирки оставляют до следующего дня).

7) Испытуемый раствор колориметрировать на фотоэлектроколориметре в кювете длиной 1 – 2 см при длине волны 590 нм с оранжево-красным светофильтром.

**Расчет**

V · К ·100

Содержание гумуса (%) = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_,

m

где V – содержание гумуса в анализируемой пробе по графику, м*г*; К – поправка на концентрацию восстановителя; 100 – коэффициент для выражения результатов в процентах; m – масса пробы почвы в м*г*.

**Реактивы**

1) Дихромат калия, 0,4 н. раствор (окислитель): 40 *г* измельченного в ступке K2Cr2O7 растворяют в дистиллированной воде, фильтруют через бумажный фильтр в мерную колбу на 1 л, доводят до метки, после чего переносят в колбу из тугоплавкого стекла на 3-5 л, где смешивают с 1 л Н2SO4 плотностью 1,84 (реактив 1). Во избежание сильного разогревания жидкости серную кислоту следует приливать к водному раствору K2Cr2O7понемногу, с интервалом 15-20 мин. и при осторожном помешивании. Смеси дают остыть, вновь тщательно перемешивают и переливают через воронку в склянку с притертой пробкой. Срок хранения реактива неограничен.

2) Соль Мора, 0,1 н раствор (восстановитель): 39,2 *г* соли Мора (х.ч. или ч.д.а.) или 27,8 *г* сульфата железа семиводного (ч.д.а.), взвешенных с погрешностью 0,1 *г*, растворяют в 700 мл 0,5 н серной кислоты. Раствор взбалтывают до полного растворения соли, фильтруют через складчатый фильтр с двойным вкладышем, добавляют дистиллированную воду до 1 л и тщательно перемешивают (реактив 2). Обычно готовят 5 – 10 л раствора и хранят в бутылях из темного стекла, к которой с помощью сифона присоединяют бюретку. Для предохранения раствора от окисления кислородом воздуха используют склянку Тищенко с щелочным раствором сульфата натрия (40 *г* сульфата натрия безводного или 80 г сульфата натрия семиводного растворяют в 700 мл дистиллированной воды; 10 *г* КОН растворяют в 300 мл дистиллированной воды; полученные растворы смешивают).

Концентрацию восстановителя проверяют каждые 3 дня по 0,1 н. раствору KMnO4, приготовленному из фиксанала. В три конические колбы на 100 мл наливают по 10 мл раствора соли Мора (или сульфата железа) и добавляют 1 млH2SO4 (плотность 1,84). Содержимое колб доливают горячей дистиллированной водой до 40-50 мл и сразу же оттитровывают раствором перманганата калия до слабо-розовой окраски, сохраняющейся в течение 1 минуты. Для расчета используют среднее из трех определений. Поправку на концентрацию восстановителя (К) определяют по формуле: К = V1/V2, где V1 – объем раствора KMnO4, пошедший на титрование, мл; V2 – объем раствора соли Мора или сульфата железа семиводного, пошедшего на титрование, мл.

3) Серная кислота, 0,5 н раствор: 28 мл H2SO4 (плотность 1,84) растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1 л.

**Использование результатов анализа**

По содержанию гумуса в почве определяют степень ее обеспеченности органическим веществом (табл. 17) и составляют план мероприятий по его регулированию.

Таблица 17 Градации пахотных почв по степени обеспеченности гумусом (по РБ)

|  |  |
| --- | --- |
| Почва | Степень обеспеченности |
| IОчень низкая | IIНизкая | IIIСредняя | IVПовышенная | VВысокая |
| Дерново-подзолистая | ≥ 2,0 | 2,1-2,5 | 2,6-3,0 | 3,1-4,0 | > 4,0 |
| Светло-серая лесная | ≥ 2,5 | 2,6-3,0 | 3,1-4,0 | 4,1-5,0 | > 5,0 |
| Серая лесная | ≥ 3,5 | 3,6-4,0 | 4,1-5,0 | 5,1-6,0 | > 6,0 |
| Темно-серая лесная | ≥ 4,5 | 4,6-5,0 | 5,1-6,0 | 6,1-7,0 | > 7,0 |
| Дерно-карбонатная | ≥ 3,0 | 3,1-3,5 | 3,6-4,0 | 4,1-5,0 | > 5,0 |
| Чернозем оподзоленный | ≥ 6,0 | 6,1-7,0 | 7,1-8,0 | 8,1-9,0 | > 9,0 |
| Чернозем выщелоченный | ≥ 7,0 | 7,1-8,0 | 8,1-9,0 | 9,1-10,0 | > 10,0 |
| Чернозем типичный | ≥ 6,0 | 6,1-7,0 | 7,1-8,0 | 8,1-9,0 | > 9,0 |
| Чернозем обыкновенный | ≥ 6,0 | 6,1-7,0 | 7,1-8,0 | 8,1-9,0 | > 9,0 |
| Аллювиальная | ≥ 2,0 | 2,1-4,0 | 4,1-7,0 | 7,1-9,0 | > 9,0 |

 ЛПЗ №10

Тема: Определение содержания карбонатов газометрическим методом.

 Газометрический способ определения карбонатности кернов основан на химическом разложении солей угольной кислоты действием соляной кислоты и измерении объёма углекислого газа, образующегося при этой реакции.

Используемое оборудование:

 1. прибор для определения карбонатности кернов АКН-2 (прибор Кларка);

2. фарфоровая ступка с пестиком;

3. барометр-анероид;

4. термометр;

5. соляная кислота, раствор поваренной соли.

 ***Прибор для определения карбонатности кернов АКН-2***

Прибор для определения карбонатнос и кернов АКН-2 (рис.1) состоит из термостата (1), реакционной колбы (2), змеевика (3), бюретки (4), цилиндра (5) и уравнительной стенки (6). В реакционную колбу вставляется пробка с мерной бюреткой (7) для соляной кислоты и сливным краном (8). Термостат заполняет­ся водой и служит для поддержания заданной температуры опыта. До начала опыта уравнительная склянка заполняется раствором поваренной соли. Если в качестве рабочей жидкости использовать дистиллированную воду, а не раствор поваренной соли, то в первое время до насыщения воды углекислым газом получаются заниженные значения карбонатности (1 объём воды при 15оС и 760 мм.рт.ст. растворяет примерно 1 объём углекислого газа). Водный раствор поваренной соли обладает способностью не поглощать углекислый газ. До на­чала опыта бюретку и цилиндр заполняют раствором поваренной соли из склянки (6) с таким расчётом, чтобы вода в кольцевом пространстве и во внут­ренней трубке (4) находились на одном уровне.

 Выполнение работы

 Образец керна высушивается в сушильном шкафу до постоянного веса (в работе исследуются предварительно подготовленные образцы) и растирается в фарфоровой ступке с помощью пестика.

Бюретку (4) и цилиндр заполняют водным раствором поваренной соли или дистиллированной воды из уравнительной склянки (6).

Навеска породы весом 0.5 г высыпается в реакционную колбу (2), которая закрывается тщательно притёртой пробкой.

В реакционную колбу переносится указанный преподавателем объем кисло­ты и колба быстро перекрывается. Нередко для введения кислоты в реакцион­ную колбу используется специальная мерная бюретка.

Выделяющийся при воздействии соляной кислоты на керн углекислый газ поступает по змеевику в бюретку (4), вытесняя из неё воду в кольцевое про­странство. Для установления на одинаковом уровне воды в кольцевом про­странстве и в бюретке склянку (6) опускают и после этого часть воды из цилиндра выпускают в склянку. Эту операцию повторяют до тех пор, пока не прекра­тится выделение углекислого газа из исследуемого образца.

Определяют объём выделившегося углекислого газа по формуле

где: V1 - отсчёт по бюретке до опыта, см3 ;

V2 - отсчёт по бюретке после проведения опыта, см3

 Вычисляют содержание карбонатов в образце в пересчёте на карбонат кальция по формуле

где: К - содержание кальцита в породе, %;

V - объём углекислого газа, выделяющийся при взаимодействии кислоты и породы, см3;

а - масса взятой породы, г;

G - масса 1 см3 углекислого газа при условиях опыта (при 26 °С и давлении 760 мм рт. ст. составляет 1,840 мг).

Техника определения карбонатности по этому способу состоит в следующем. Навеску измельченной породы массой 2 г помещают в мерную колбу емкостью 500 см3, заливают 50 см3 Н титрированного раствора *HCl* и разбавляют до 400 см3 водой. Колбу вместе с содержимым нагревают сначала на слабом огне, а затем на более сильном, доводя раствор до кипения. После прекращения выделения из раствора *СО2* (обычно через 15-20 мин) колбе дают остыть, затем ее заполняют водой до метки. Взбалтывают и дают содержимому отстояться. По окончании отстаивания из колбы отбирают 100 см3 раствора, соответствующих 10 см3 первоначального прибавленного 0,1% раствора *HCl* и титруют 0,1% раствором *NaOH* в присутствии индикатора метилового оранжевого. Количество *HCl*, израсходованное на разложение карбонатов вычисляется по результатам титрования с 0,1 Н раствора *NaOH*.

По расходу *HCl* на разложение карбонатов судят о количестве выделившегося углекислого газа, а, следовательно, о содержании карбонатов в данной породе в переводе на *CaCO3*.

Второй способ определения карбонатности пород основан на весовом определении *СО2*.

Взвешивают остаток породы, освобожденный от *СО2*, либо сам *СО2*, который для этого улавливают специальным прибором с известью. В обоих случаях определения могут производиться "сухим" или "мокрым" способом.

Сущность определения *СО2* "сухим" способом по остатку породы после разложения в ней карбонатов заключается в следующем.

Подлежащую исследованию навеску породы массой 1-2 г помещают в тигель и медленно нагревают на горелке до постоянной массы. Разница масс породы до и после прокаливания дает количество выделившегося из него *СО2*. Оба способа определения карбонатности пород сухим способом страдают тем недостатком, что они применимы только для анализа тех пород, которые не содержат, кроме *СО2*, никаких других летучих веществ.

В частности, они не могут быть применены для определения карбонатности керна, поскольку прокаливание кернов до 800-10000 С может вызвать удаление из них не только углекислого газа, но и какого-то количества содержащейся в них адсорбционной и кристаллизационной воды. Этих недостатков лишено определение карбонатности пород "мокрым" способом.

Карбонатность пород "мокрым" способом, так же как и "сухим", определяется двояко: взвешиванием остатка породы до и после разложения в ней карбонатов или взвешиванием самого углекислого газа.

Метод весового определения углекислого газа в карбонатных породах "мокрым" способом достаточно точен. В отличие от способа титрования здесь не требуется больших затрат времени. Однако точность этого способа достижима только в том случае, если в породах содержится большое количество углекислого газа. При малом же содержании углекислого газа, как, например, иногда это бывает в терригенных породах, этот способ может оказаться менее точным, чем способ, основанный на титровании.

В этом отношении большим преимуществом обладает третий способ – объемный или газометрический способ определения содержания углекислого газа в породах, получивший весьма широкое распространение при исследовании почв. Для определения содержания углекислых солей в породах объемным способом существует много приборов. К числу таких приборов относится, в частности, прибор Кларка, сравнительно широко применяемый при анализе кернов

 ЛПЗ №11

Тема:Анализ водной вытяжки – плотный остаток, рН.

Оказалось, что спектр водной вытяжки из лака без ингибитора полностью соответствует спектру фталевой кислоты. Спектр же водной вытяжки из лака с ингибитором акор в основном идентичен спектру фталата кальция. Аналогичные результаты были получены при проведении рентгеновского фазового анализа. Результаты анализов показывают, что общая минерализация снижается в два раза при прокалке в течение 2 ч при 800 °С, в том числе содержание сульфатов и хлоридов при отмывке и прокалке снижается втрое. Содержание сухого остатка в водной вытяжке во всех случаях значительно ниже требований, предъявляемых ГОСТ 8135-74 Сурик железный марки К.

Общее количество солей по профилю. Если сухой остаток не превышает 0,25% по всему профилю, почва не засолена воднорастворимыми солями. Анализ результатов водной вытяжки имеет в этом случае лишь вспомогательное значение при общей характеристикепочв. В незасоленных почвах сухой остаток чаще всего колеблется в пределах 0,06—0,15%. При наличии данных о прокаленном остатке следует вычислить величину потери при прокаливании и сопоставить ее с прокаленным остатком. Если величина потери при прокаливании значительно больше прокаленного остатка — несомненно наличие значительного количества воднорастворимых органических веществ, что типично для торфянистых горизонтов и горизонтов десной подстилки. Во всех минеральных горизонтах-большинства почв величина потери от прокаливания не превышает прокаленного остатка.

    Результаты анализов, приведенные в табл. 12, показали, что содержание С<1, РЬ, Мп, 2п, N1 в водных вытяжках всех образцов не превышает уровня чувствительности их определения и составляет, % <0,001 для Сё <0,01 для РЬ <0,05 для Мп, Zn, N1. Содержание стронция в вытяжках находится в пределах от 0,13 до 5,2 мг/дм , максимальная величина миграции меди в воду составляет 0,07 мг/дм .

    В ходе дальнейших исследований водные вытяжки из ингибированного и неингибированного лаков были выпарены, и полученные сухие остатки подвергнуты эмиссионному анализу. В результате анализа в водной вытяжке из ингибированного лака было найдено большое количество кальция в водной вытяжке из лака без ингибитора кальций не обнаружен.

    Температура прокалки в опытах изменялась от 600 до 800 °С, время прокалки — от 0,5 до 2 ч. Промывку 100 г гальваношлама производили 500 мл дистиллированной воды, анализу подвергалась профильтрованная водная вытяжка. Результаты опытов приведены на рис. 13, 14. При повышении температуры прокалки с 600 до 800 °С содержание сульфатов в промывной воде снижается более чем в 2 раза, а по сравнению с исходным осадком — более чем в 4 раза.

    Веселовский Н. В. Воднорастворимая часть лечебной грязи по результатам анализа грязевого раствора и водной вытяжки. [Заготовление водных вытяжек лечебной грязи и грязевых растворов]. Гидрохимические материалы (АН СССР.Гидрохим. ин-т),

    Веселовский Н. В. Воднорастворимая часть грязи по результатам анализа растворов в водных вытяжках. Сообщ. о науч. работах членов Всес. хим. об-ва им. Менделеева, 1944, вып. 1, с. 21—22. 6860 Веселовский Н. В. Определение общего. содержания органических веществ лечебной грязи по потере в весе от прокаливания.

    Для уверенного определения предельного тока по поляризационной диаграмме потенциал испытательного электрода при катодной поляризации следует доводить до величины (фн)обр. при которой начинается катодная реакция разряда ионов водорода в данном грунте. Величина (фн)обр может быть оценена по результатам определения pH грунтовых вод (водной вытяжки), но это будет весьма неточное определение, требующее к тому же предварительный отбор проб грунта и их анализ. Поэтому измерения и построение поляризационной диаграммы следует проводить до тех пор, пока на последней не будет отчетливо выражено изменение графика, связанное с протеканием катодной реакции разряда ионов водорода. В этом случае предельный ток определяется как среднее значение абсцисс точек графика с максимальной кривизной

    В данном пособии приводятся лишь методики определения элементов, присутствующих в водных вытяжках большинства почв. Предполагается, что определения проводятся в прозрачных бесцветных вытяжках Результаты анализа принято выражать количеством мг/экв вещества на 100 г почвы.

Контроль за ходом процесса регенерации масла осуществляется путем анализа проб масел, отбираемых до и после адсорбера, для которых определяют кислотное число и реакцию водной вытяжки. Конец регенерации устанавливается по результатам химического анализавосстановленного масла.

    Порошки. В табл. 1 приведены размеры частиц и pH водной вытяжки(как характеристика степени стабилизации) исследованных порошков дисульфида молибдена промышленного производства. Результаты химического анализа этих продуктов даны в Приложении
    Контроль за качеством огнестойкого масла. Поступающее на электростанцию свежее огнестойкое масло необходимо подвергнуть лабораторному анализу по следующим показателям цвет, кинематическая вязкость при 50 °С, кислотное число, реакция водной вытяжки, содержание механических примесей и температура вспышки в открытом тигле. Эти показатели должны соответствовать требованиям технических условий. До получения результатов анализа нецелесообразно сливать масло из цистерны в емкости, принадлежащие электростанциям.

    Ход анализа. 50 мл воды анализируют так же, как и при определении хлор-ионов в водной вытяжке (стр. 141). Результаты выражаются в миллиграммах хлор-ионов на литр воды.

    Данные о количестве солей могут быть получены в результате полного химического анализа водной вытяжки или же по величине сухого остатка после выпаривания и высушивания определенного объема вытяжки. Оба метода отнимают довольно много времени, требуют оборудования, реактивов и их не всегда удобно проводить в экспедиционных или полевых — стационарных условиях.

Нами производилось измерение электропроводности в водных вытяжках на изготовленном опытном приборе. Полученные результатысравнивались с результатами применения химического метода. Максимальное отклонение содержания водорастворимых солей от суммы солей, по химическому анализу+6—9%.

   Разрез № 3 также характеризуется высоким содержанием солсй в профиле, но распределение пх уже иное. Несмотря на высокую степеньзасоленности грунтовые вод, верхний горизонт (О—10 см) содержит наименьшее количество солей. Количество солей возрастает с глубиной, давая небольшой максимум на глубине 50—60 см. Очевидно, что профиль подвергается интенсивному процессу рассоления, благодаря чему главная масса солей уже удалена из верхних горизонтов. Не менее суш,ествен-ные результаты дает анализ состава солей в различных горизонтах профиля. В верхних горизонтах (О—20 см), обедненных солями, резко преобладают бикарбонаты натрия, а с глубины 20 см появляется сода, что является характерным признаком развития солонцового процесса. Во всей средней части профиля, содержаш ей еще высокое количество солей, преобладающее значение имеют сульфаты натрия хлоридов же, как наиболее растворимых солей, мало, несмотря на высокое содержание их в грунтовой воде. На этой же глубине формируется горизонт скопления гипса. Эти данные также подтверждают наличие процессов рассоления и остаточный характер солончакова-тости. Таким образом, анализ результатов водной вытяжки этого профиля позволяет определить почвукак солончаковый солонец и отметить необходимость химетеской мелиорации его путем гипсования.
Коррозионная активность обусловлена также и показателем ВКЩ (ГОСТ 6307—75), который характеризует кислотность или шелочность нефтепродуктов, вызываемую присутствием остатков кислоты, диоксида углерода или гидроксила натрия технологического происхождения. Водорастворимые кислоты и щелочи извлекают из нефтепродукта водойили водным раствором спирта и определяют pH водной вытяжки рН-мет-ром или с помощью индикаторов. При проведении анализа по определению ВКЩ проверяют нейтральность дистиллированной воды, так как в практике известны случаи обнаружения в воде кислот и щелочей, чго искажает результат анализа.
Сплавление с карбонатом натрия с последующим выщелачиванием водой. Сплавление взвешенного осадка от аммиака с карбонатом натрия и последующее выщелачивание плава водой (возможно повторенное 1 или 2 раза, в зависимости от массы и состава осадка) дает вполне удовлетворительное отделение железа, титана, циркония, бериллия и редкоземельных металлов от алюминия, хрома, ванадия и фосфора (уран разделяется и находится частью в остатке, частью врастворе). Отделение хрома является результатом его окисления до хромата во время сплавления это окисление идет обычно до конца, И прибавления окисляющих реактивов вроде селитрМ не требуется (разве только для ускорения окисления). Сплавление и выщелачивание являются предварительной ступенью, за которой должны последовать анализы соответствующими методами водной вытяжки и остатка.
Содержание сульфатов в водной вытяжке из почвы определяютметодами гравиметрического или титриметрического анализа. В зависимости от результата качественной реакции на сульфат-ион для количественного определения сульфатов используют различного объема аликвотную порцию водной вытяжки. Для гравиметрического определенияанализируемый раствор должен содержать 0,08—0,02 г 504 -иона, что будет соответствовать выделению 0,2—0,05 г осадка Ва304. (Методику выполнения определения см. ч. I, гл. 1 2.)

 ЛПЗ №12

Тема: Определение  анионов: HCO-3, CO32-, Cl-, SO42-.

Для установления нормальности раствора берут пинеткой 25 мп 0,01 и. раствора хлористого натрия, приливают 1 мл 10%-ного раствора хромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебрасогласно методике определения хлор-ионов в растворах.

Для количественного определения морфина предложен целый ряд методик. ГФ использует довольно упрощенный метод по солевому компоненту — осаждением хлор-иона. Определение морфина в опии по ГФ производят методом нейтрализации, путем прямого титрования основания с индикатором метиловым красным.

    В 1958 г, Петти и Канг [88] сообщили о присутствии хлорорганических соединений в бензиновых фракциях и предложили метод их определения обработкой фракции металлическим натрием. Этот же метод применили М. Н. Филатова и В. Г. Беньковский [89] при изучении распределения хлорорганических соединений в светлых фракциях нефти. Другие исследователи [90] также определяли содержание хлор-иона в различных фракциях нефти.

    Высокое содержание хлоридов (по хлор-иону) влияет на точность определения окисляемости органических веществ в кислой среде, так как в этих условиях происходит и частичное окисление ионов С1 . Поэтому в водах, содержащих более 300 жг/л хлор-иона, определение окисляемостипроводят в щелочной среде.

    Количественное определение производят аргентометрически по хлор-иону в присутствии индикатора хромата калия

    При повышенном содержании хлор-ионов к взятым 10 мл пробы прибавляют 0,1 г сернокислого серебра и оставляют на 1 ч нри периодическом взбалтывании. Затем определение продолжают аналогично обычным пробам. Органические вещества в воде и водной вытяжкеопределяют по одной и той же методике.

    Определение хлор-ионов

    Циркуляция воды и растворов во много раз увеличивает скорость коррозии, так как транспорт кислорода облегчается если процесс протекаети при повышенных температурах, то скорость коррозии будет еще выше вследствие облегчения катодной реакции. Когда скорость циркуляции воды, не содержащей ионы хлора, превысит определенную величину (50— 100 м/мин), в зависимости от состава анионов в растворе скорость коррозии уменьшается, так как более легкий доступ кислородаспособствует образованию сплошной пассивной пленки .

    В сопутствующей нефти воде присутствуют катионы и анионы неорганических кислот. Их общее содержание оценивается по количеству хлор-аниона. После определения содержания хлора производится расчет количества ЫаС1, допуская, что хлор-иону сопутствует только ион натрия. Таким образом, цифра, например, 3 мг л солей, относится к количеству ЫаС1, определенному по вышеуказанной методике. Чем выше соленость воды, тем выше величина показателя общее содержание солей, мг/л в нефти. Уменьшение содержания солёной воды в эмульсии нефть/водауменьшает абсолютное количество солей, но концентрация солей в воде не изменяется. Промывка нефти пресной водой разбавляет пластовую воду. При последующем разделении новой нефтяной эмульсии остаточная вода становится менее солёной .

    Одним из показателей степени загрязнения воды органическимипримесями является ее окисляемость, которую определяют методом перманганатометрии. Для определения качества питьевой воды особенно необходимо знать содержание в ней хлор-ионов.

    Определение хлор-ионов ведут в интервале рН = = 6,5ч-10. Если вода имеет более низкий или более высокий показатель концентрации водородных ионов,

    Количественное определение галогена в препарате производят по ле предварительной минерализации сплавлением с карбонатами калия и натрия (1 1) после извлечения водой хлор-ион определяют по Фольгарду.

    Кислород, как известно, играет двойственную роль в коррозии нержавеющих сталей в электролитах (например, в морской воде). Окислительная среда необходима для сохранения пассивности нержавеющих сталей. Эта же самая окислительная среда необходима для образования и сохранения питтингов в нержавеющих сталях. Кислород часто действует как деполяризатор иа активно-пассивные элементы, образовав-щиеся при нарушении пассивности в определенном месте или области. Хлор-ионы (имеющиеся в морской воде в изобилии) особенно эффективно нарушают эту пассивность. Таким образом, эта двойственная роль кислорода может быть использована для объяснения неопределенного и неустойчивого коррозионного поведения нержавеющих сталей в морской воде.
    Наконец, следует подчеркнуть, что окончательная трактовка механизма КР титановых сплавов является преждевременной. Либо экспериментальные методы, либо экспериментальные результатынедостаточно детализированы или точны для того, чтобы создать основу для любой количественной теории, описывающей процессы, происходящие в вершине трещины. Установлено, что определенные компоненты среды могут вызывать растрескивание, например газообразный водород, жидкая ртуть, ионы хлора в расплавленных солях. Однако использование таких аргументов, как потому что растрескивание происходит в газообразном водороде или растрескивание в водном растворе вследствие этого элемента, или потому что растрескивание происходит в СС , или хлор-ионы относятся к опасным компонентам в водных растворах , кажется необоснованным. Полемика по поводу роли водорода или галоидных ионов в процессе КР титановых сплавов по-прежнему остается проблематичной.

    Стандартная охлаждающая жидкость дает незначительную-мутность с азотнокислым серебром, так как она содержит небольшое количествохлоридов — не более 0,0007% по весу. Часто мутность отработанных и восстановленных охлаждающих жидкостей оказывается выше мутности эталонного раствора на хлориды. Это объясняется присутствием в жидкости примесей в устойчивом коллоидном состоянии, которые не отстаиваются и трудно отделяются фильтрованием. Чтобы определить содержание хлоридов в таких охлаждающих жидкостях, пробу следует предварительно нагреть до 70—80° и выдержать при этой температуре 3—4 часа. При этом коллоид разрушается, происходит коагуляция частичекпримесей и жидкость легко осветляется фильтрованием ее через обычный бумажный фильтр. В полученной таким путем прозрачной охлаждающей жидкости содержание хлоридов (СГ) может быть определено обычным стандартным методом. Методом можно также пользоваться для количественного определения хлоридов в отработанных и восстановленных охлаждающих жидкостях. Для этого следует приготовить шкалу эталонов, содержащих различ1ное количество хлоридов, например 0,0007, 0,0002, 0,003 и 0,004% вес. хлор-иона. Определение проводится по методике, описанной в ТУ на восстановленную охлаждающую жидкость марки 40.

 ЛПЗ №13

Тема:Определение катионов: Ca2+, Mg2+, Na+, K+.

  Осаждение гидроокисей. Осаждение гидроокисей широко применяетсяи в качественном, и в количественном анализе для открытия, отделения и определения катионов. В некоторых случаях разделение катионов основано на амфотерном характере некоторых окислов металлов. Так, например, железо отделяют от ванадия, молибдена, алюминия и т. п. элементов, обрабатывая раствор избытком ш,елочи. В других случаях разделение элементов основано на различной растворимости гидроокисей. Так, при анализе многих руд, металлов, шлаков, известняков и т. п. материалов, для отделения алюминия и железа от марганца, магния, кальция и других элементов используют то обстоятельство, что гидроокиси большинства трехвалентных металлов значительно менее растворимы, чем гидроокиси многих двухвалентных металлов. Слабые основания, как, например, гидроокись аммония, пиридин (С Н Н) и др., количественно осаждают гидроокиси алюминия и железа, тогда как ионы кальция, магния и многих Других двухвалентных элементов остаются в растворе.

    Осаждение гидроокисей широко применяется в количественном анализе для отделения и определения катионов. Часто разделение катионов основано на амфотерном характере соответствующих гидроокисей. Например, железо осаждается в виде гидроокиси избытком щелочи, растворяющей гидроокись алюминия. Разделение может быть основано также на различной растворимости гидроокисей. Например, гидроокиси алюминия и железа очень мало растворимы и поэтому их можно отделить от более растворимых гидроокисей магния, кальция и марганца. Гидроокисью аммония, пиридином и слабыми аммониевыми основаниями количественно осаждаются гидроокиси алюминия и железа, в то время как ионы магния, кальция и других остаются в растворе.

    Методы определения кальция и магния практически совпадают с приведенными в предыдущих параграфах. Отдельные варианты различаются главным образом способами разложения анализируемых проб в зависимости от их химического состава. Различные отклонения в методах, имеющиеся при отделении мешающих элементов, часто бывают вызваны личными вкусами того или иного исследователя. Так, например, при анализе силикатов Бэнкс [27] рекомендует выделять железо, алюминий и марганец добавлением аммиака и бромной воды, после чего в аликвотных порциях фильтрата определять кальний и магний по разности в результатах двух титрований в присутствии мурексида и эриохрома черного Т. Беккер [28] точно также осаждает полуторные окислы аммиакомпри анализе цементов. Аналогично поступает и Хабёк [29]. При анализе шлаков и руд Граус и Цёллер [30] рекомендуют после растворения пробы и выделения кремнекислоты осаждать тяжелые металлы в мерной колбесульфидом аммония. После доведения объема раствора до метки достаточно профильтровать только его часть и определить в нем суммарное содержание кальция и магния или содержание одного только кальция. При проведении таких анализов не следует ограничиваться только комплексометрическим определением кальция и магния. Другие присутствующие в растворе катионы в зависимости от их концентрации можно определять комплексометрически (А1, Ре), колориметрически (Т1, Ре), полярографически или воспользоваться методом фотометрии пламени(щелочные металлы). Такой количественный полумикрометод полного анализа силикатов описывают Кори и Джексон [31]. Пробу силикатаразрушают плавиковой кислотой или сплавлением с карбонатом натрия. В зависимости от способа разложения пробы в соединении с известными операциями разделения (осаждение аммиаком, щелочью и т. п.) они методом фотометрии пламени определяют натрий и калий, колориметрически — кремнекислоту молибдатом аммония, железо и титан раздельно с помощью тирона, алюминий — алюминоном и, наконец, кальций и магний комплексометрическим титрованием. За подробностями отсылаем читателя к оригинальной работе авторов метода. О некоторых полных анализах сили-

 ЛПЗ№ 14

Тема: Определения суммы поглощенных оснований.

Поглотительная способность почвы имеет очень важное значение для питания растений и процессов взаимодействия между почвой и вносимыми удобрениями. Поглощенные основания определяют реакцию среды и питательный режим почвы в целом. Присутствие в почвенном растворе различных солей обуславливает обменные реакции между твердой и жидкой фазами почвы. Из ППК могут вытесняться и обмениваться ионы кальция, магния, калия, аммония и др. Установлено, что одновалентные катионы в меньшей степени удерживаются почвой и вследствие этого более доступны растениям, чем двухвалентные. Анионы также могут участвовать в обменных реакциях. Почвы обладают различной поглотительной способностью, что учитывается при выборе форм, доз и сроков внесения удобрений.

**Принцип метода**

Метод анализа основан на вытеснении поглощенных оснований (Са2+, Мg2+, К+ и другие) ионом водорода при взаимодействии почвы с 0,1 н. раствором HCl. Количество перешедших в раствор обмен­ных оснований определяют по разнице между количеством кислоты, взятой для приготовления вытяжки, и кислоты, оставшейся после взаимодействия с поч­вой: остаток кислоты учитывают титрованием NaOH такой же концентрации.

Данный метод хорошо подходит для кислых и слабокислых почв. Для карбонатных почв указанный метод не пригоден. Для этих почв пользуются методом Гедройца и Захарчука с применением в качестве вытеснителя 0,05 н. раствора HCl. Было показано, что такой раствор не разрушает ППК, но вытесняет обменные катионы. Для некарбонатных почв используется метод Бобко и Алешина, где вытеснителем является раствор хлористого бария.

**Ход анализа**

1) На технических весах взять навеску воздушно-сухой почвы 20 *г* (для чернозёмов — 10 *г*).

2) Перенести навеску в колбу емкостью 200-300 мл.

3) Прилить 100 мл 0,1 н. раствора НС1.

4) Содержимое колбы взболтать на ротаторе в течение 1 ч и оставить на 24 ч для взаимодействия кислоты с почвой.

5) Отфильтровать через воронку с сухим складчатым фильтром в сухую посуду, отбросив первые порции фильтрата.

6) Взять пипеткой 50 мл прозрачного фильтрата в кони­ческую колбу объемом 100-150 мл.

7) На газовой горелке или электрической плитке с закрытой спиралью кипятить фильтрат 3 мин. по песочным часам для удаления СО2.

8) Оттитровать раствор в горячем состоянии, добавив 2-3 капли фенолфталеина 0,1 н. раствором NaOH до устойчивой слабо-розовой окраски, не исче­зающей в течение 1 мин.

**Расчет**

S (м*г*-экв/100 *г*) = (А · Т1 - Б · Т2) · 10 · 0,1,

где S - сумма поглощенных оснований; А - количество фильтрата взятого для анализа, мл; Т1 - поправка к титру 0,1 н. раствора HCl; Б - количество 0,1 н. NаОН пошедшей на титрование избытка НС1, мл; Т2- поправка к титру 0,1 н. раствора щелочи; 10 для пересчета на 100 г почвы (50 мл фильтрата соответствует 10 *г*, для черноземов результат умножают на 20); 0,1 – коэффициент для пересчета величины S в м*г*-экв/100 *г* почвы.

**Реактивы**

1) 0,1 н. HCl. Можно приготовить из фиксанала или следующим образом: в мерную колбу на 1 л налить 500 мл дистиллированной воды, прилить 8,2 мл концентрированной НСl (удельная масса 1,19 *г*/см3). Довести до метки водой и хорошо взболтать. Нормальность приготовленной кислоты устанавливают по буре, янтарной кислоте, щавелевой кислоте или по щелочи известной нормальности. Для этого взять 10 мл приготовленного раствора HCl и оттитровать по фенолфталеину (2-3 капли) из бюретки 0,1 н щелочью точно установленной концентрации до слабо-розовой окраски. Нормальность кислоты рассчитать по формуле:

Vщ · Нщ

Нк= \_\_\_\_\_\_\_\_ ,

Vк

где VЩ – объем щелочи (мл), пошедший на титрование, Vк – объем кислоты (мл), Нщ – нормальность щелочи.

2) 0,1 н раствор KOH или NaOH готовится из фиксанала.

3) Фенолфталеин - 1 % спиртовый раствор.

**Оборудование и посуда**

1) Электрическая плитка; 2) конические колбы на 100-150 и 200-300 мл; 3) мерные цилиндры на 100 мл; пипетки на 50 мл; 4) бю­ретки на 100мл; 5) встряхиватель.

**Использование результатов анализа**

Значение суммы поглощенных ос­нований используется для расчета емкости поглощения почв и степени насы­щенности почв основаниями.

Емкость поглощения (Т) включает сумму поглощенных оснований (S) и ионы водорода, обуславливающие гидролитическую кислотность (Нг), следовательно, Т = S + Нг.

Степень насыщенности почвы основаниями показывает, какая часть емко­сти почвы насыщена поглощенными основаниями, она выражается в процентах к емкости поглощения и обозначается буквой «V». Степень насыщенности поч­вы основаниями вычисляется по формуле:

SS

V (%) = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ · 100 = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_· 100,

Т S + Нг

где V - степень насыщенности почвы основаниями; S - сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г; Нг - гидролитическая кислотность, м*г*-экв/100 *г*; Т - емкость поглощения, м*г*-экв/100 *г*.

Степень насыщенности основаниями для разных почв изменяется в разных пределах (табл. 5). Чем выше величина степени насыщенности почв основаниями, тем меньше в составе ППК ионов водорода и, следовательно, лучше агрономические свойства почвы.

Таблица 5 Физико-химические свойства основных типов почв РБ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип почв | рН KCl | Нг, м*г*-экв/100*г* | S, м*г*-экв/100*г* | V, % |
| Дерново-подзолистые | 3,5-5,0 | 5,0-15,0 | 20,0-35,0 | 40-90 |
| Серые лесные | 4,5-5,5 | 4,0-12,0 | 25,0-40,0 | 50-95 |
| Черноземы: выщелочен. | 4,5-6,0 | 3,0-10,0 | 35,0-45,0 | 75-85 |
| типичные | 6,0-7,5 | 0,1-1,5 | 40,0-50,0 | 85-95 |
| обыкновенные | 6,0-7,0 | 0,1-1,0 | 40,0-50,0 | 40-50 |

Степень насыщенности почв основаниями позволяет точнее решать вопрос о необходимости (очередности) известкования.

 ЛПЗ №15

Тема:Оценка степени засоления почв по содержанию солей.

По степени засоления почвы делятся на незасоленные, слабозасоленные, среднезасоленные, сильно и очень сильно засоленные или солончаки. Одно и то же количество солей в зависимости от их состава может свидетельствовать о разной степени засоления почв, что обусловлено неравноценной токсичностью различных легкорастворимых солей для растений.

Для оценки степени засоления почв было предложено значительное количество классификаций. Ряд авторов пользовались при определении степени засоления только величиной плотного остатка водной вытяжки, другие - плотного остатка и ведущих анионов (обычно *Cl, SO4*).

При этом одни авторы определяют степень засоления по средневзвешенному содержанию солей в метровой толщине, другие - в слое 0-50 см или в пахотном горизонте. Последнее затрудняет сопоставление предлагаемых классификаций.

Обзор материалов показывает:

1) значительные колебания величин предлагаемых показателей для сходных типов засоления иногда для одних и тех же регионов;

2) отсутствие строгого соответствия между названиями типов химизма почв и величинами предлагаемых показателей для *Cl*, и *SO4*. Так, например, некоторые авторы называют засоление хлоридным или сульфатно-хлоридным, но приводят показатели для *SO4* иона более высокие, чем для хлор-ионов, чего не может быть для данных типов засоления, где содержание *Cl* заведомо должно превышать содержание *SO4*;

3) не равновеликость показателей для одних и тех же степеней засоления – в ряде предложенных классификаций наряду с одними и теми же показателями для *Cl* фигурируют весьма различные концентрация сульфат-ионов;

4) частое несоответствие между величинами плотных остатков и показателями для ионов. Например, при содержании хлор-иона 0,03%, сульфат-иона 0,4%, плотный остаток при хлоридно-сульфатном засолении составит не более 0,66 %, так как в составе солей мо­жет присутствовать *NaCl* 0,04% (0,03 х 1,37); *Na2SO4*, или другие соли сульфатов 0,59% (0,4 х 1,48) и *СaCO3*, - 0,05%, исходя из его возможной растворимости.

Поэтому, классификация почв по степени засоления основана на оценке токсичности тех или иных солей. Оценка степени засоления может производиться как в отношении отдельного образца, так и в отношении любой толщи (в последнем случае по средневзвешенным данным).

Порог токсичности – это то предельное количество солей в почве, выше которого начинается угнетение роста и развития растений (негалофитов).

Почвы, содержащие легкорастворимые соли в количествах, превышающих «порог токсичности», относятся к засоленным.

Легко растворимые соли в почве содержатся как в твердой фазе, так и в почвенных растворах. В почвенные растворы переходят в первую очередь соли, обладающие наибольшей растворимостью. Состав и концентрация солей в почвенных растворах, по существу, определяют истинный порог токсичности солей. Однако в настоящее время основным массовым методом изучения засоленных почв остается водная вытяжка, которая дает представление о суммарном запасе водно-растворимых солей в твердой базе почвы и в почвенном растворе. Таким образом, данные водной вытяжки будут заведомо отличаться от истинных почвенных растворов и о пороге токсичности по ним можно судить лишь условно.

Величина порога токсичности зависит от многих причин. Важнейшими из них являются: а) состав солей, б) увлажненность почв, в) свойства почвы, такие как механический состав, водно-физические свойства и т.д., г) климатические условия, д) вид растений, е) физиологическая фаза развития растений, ж) применяемая агротехника.Например, при содовом засолении, почва, содержащая более 0,1% солей (плотный остаток водной вытяжки), является засоленной. При сульфатном же засолении со значительным количеством гипса, к засоленным почвам относятся почвы, содержание около 1% солей.

Понятно, что при большей увлажненности почвы, концентрация почвенных растворов снижается, а при меньшей – увеличивается, поэтому при одном и том же количестве солей на влажной и сухой почве растения будут чувствовать себя по-разному.

Порог токсичности будет различен для разных видов растений, как по отношению к объему и количеству солей, так и, по отношению к воздействию на растения тех или иных ионов. Те не менее в самом общем виде выделяется несколько групп растений по солеустойчивости.

Для определения степени засоления часто применяются специальные таблицы, в которых градации процентного содержания солей устанавливаются разные для различных типов засоления.

При использовании этого метода для установления степени засоления сначала надо рассчитать процентное содержание солей в слое почвы, затем определить его тип, и, наконец, с помощью специальной таблицы, приведенной в приложениях установить степень засоления. Если в этой таблице нет соответствующего типа засоления, то подбирается наиболее близкий тип из имеющихся. Результаты заносятся в ведомость. Поскольку степень засоления почв фактически определяется содержанием токсичных солей, необходимо уметь по данным водных вытяжек разделять токсичные и нетоксичные соли.

Предлагаемый метод расчета токсичных солей основан на связывании ионов в гипотетические соли. Под гипотетическими солями понимаются такие соли, которые присутствуют в водной вытяжке в виде отдельных ионов, но в почве при понижении влажности и, соответственно, повышении концентрации почвенного раствора связываются в соли, выпадают из раствора и кристаллизуются. Порядок связывания ионов зависит от их свойств, прежде всего растворимости и взаимного влияния солей на их растворимость. В упрощенном виде последовательность связывания выглядит следующим образом:

1. В первую очередь связываются карбонаты в последовательности:*Na2СО3, MgСО3.*

2. Во вторую очередь связываются гидрокарбонаты:*Ca(НСО3)2, NaНСО3* и *Mg(НСО3)2*.

**СРСП № 1**

**Тема:** Периоды развития почвоведения

I этап. Неолит, бронзовый век. Формируются первые представления о почве, возникает земледелие.

II этап. IV-I вв. до н.э. В трудах ученых античного мира: Коллумеллы, Плиния, Лукреция Кара и др., посвященных агрономии отражены первые научные представления о почве.

III этап. Средние века (V- ХVII). Проводятся описания качества почв и земельных угодий для установления феодальных повинностей и привилегий. Создаются писцовые книги в России, землеоценочные акты в Германии, земельные кадастры в Китае. В ХIV- ХVI веках отмечается возрождение практического интереса к почвам.

IV этап Середина ХIХ века. Возникает наука о приемах обработки почв и выращивании культурных растений – агрономия. Работами выдающихся ученых Ю. Либиха 1840 г. в Германии и Ж. Буссенго во Франции утверждается теория минерального питания растений. Одновременно развивается геологическое направление в почвоведении трудами Ф. Фаллу, Г. Берендта, Ф. Рихтгоффена, которые изучают почву, как верхнюю часть коры выветривания.

V этап (1711-1765 гг.). Большая роль в развитии почвоведения в России принадлежит М.В. Ломоносову. В работе "О слоях земных" он дал правильное научное определение сущности почвообразовательного процесса. Он указал, что почвообразование заключается во взаимодействии растительности и продуктов их перегнивания с горными породами и выражается в развитии плодородия. Почвообразование показано как исторический процесс, протекающий во времени.

VI этап ознаменовался в России созданием в 1765 г. Вольного экономического общества (ВЭО). Основываясь на вопросниках, разосланных по губерниям, было получено описание качества почв России. В этот период было организовано много экспедиций Академии Наук результаты работы которых были опубликованы.

В 1879 г. вышла почвенная карта Чаславского В.И., где было выделены черноземы, серые земли, подзолы, солончаки.

В 1877 -1881 гг. В.В. Докучаев по поручению ВЭО провел детальные исследования черноземов России. В 1883 г. Докучаев опубликовал монографию "Русский чернозем", который олицетворяет создание новой науки - генетического почвоведения. В.В. Докучаев сформулировал основные законы почвообразования и географии почв, важнейшим из которых является закон зональности почв. Он разработал закон вертикальной поясности, описал зональные типы почв, создал первую научную классификацию почв.

**СРСП № 2**

**Тема:** Строение Земли, роль почвенного покрова в ее жизни.

Атмосфера — газообразная оболочка Земли в приземных слоях, состоит из азота — 78,08 %, кислорода — 20,95, аргона — 0,92, диоксида углерода — 0,04 и других газов —0,01 %. Основная масса воздуха атмосферы (9/10) сосредоточена в тропосфере, в слое 0...10—16 км. Отдельные ионы воздуха обнаружены на высоте около 2000 км от поверхности земной коры, а выше находится космическое пространство. На высоте 20—25 км расположен озоновый слой, который предохраняет все живые организмы на Земле от вредного коротковолнового излучения Солнца. Температура воздуха в тропосфере до высоты примерно 12 км понижается на 5—6 ˚С на каждый километр. Уровень 12 км называют тропопаузой. Температура на этом уровне составляет около —50—60 °С, выше она повышается, а далее снова понижается. Из общего количества излучения, испускаемого Солнцем в сторону Земли, 69 % расходуется на нагревание атмосферы, поверхности материков и океанов, всего 1—2 % используется растениями в фотосинтезе, а остальная энергия отражается в космическое пространство. В атмосфере всегда присутствуют пыль различного происхождения, водяной пар, промышленные дымы, вулканические выделения и другие компоненты, которые мигрируют в составе перемещающихся воздушных масс.

Гидросфера включает океаны, моря, озера, реки, ледяные пространства (подземные воды сюда не входят) и покрывает прерывистой оболочкой около 71 % поверхности Земли. Средняя плотность гидросферы 1,03 г/см3.

Земная кора состоит из трех слоев, в которых по происхождению преобладают те или иные горные породы: слой осадочных пород мощностью до 15км, ниже — гранитный слой до 40 км и еще ниже — базальтовый слой до 80 км (см. рис. 1). Границы между ними условные. Для каждого слоя характерны определенные скорости прохождения сейсмических волн. Нижние зоны земной коры в связи с высокими температурами характеризуются присутствием очагов расплавленных минеральных масс (магмы). Под влиянием высокого давления происходят процессы метаморфизма, т. е. переуплотнения минеральных образований с созданием иных кристаллических структур с новыми физическими свойствами.

Биосфера, или зона жизни, — это особая оболочка Земли, охватывающая тропосферу (до 12—16 км), всю гидросферу и верхние слои (3—4км) осадочных пород земной коры. В.И.Вернадский считал, что важнейшими свойствами биосферы являются: существование живых организмов (микроорганизмов, насекомых, растений, животных и др.); тесная связь живых существ с окружающей средой; постоянный материально-энергетический обмен ее с космосом; подвижное динамическое равновесие.

Почвенный покров (педосфера), играя общепланетарную роль, находится в тесной взаимозависимости и постоянном взаимодействии с земной корой, живым населением планеты, гидросферой и атмосферой, играя общепланетарную роль.

Значение почвенного покрова заключается в следующем.

1. В аккумуляции энергии. Ежегодно вся наземная растительность, произрастающая на почвах, аккумулирует в результате фотосинтеза 0,5 • 1015 кВт•ч солнечной энергии. Годовой расход этой энергии человечеством в виде топлива, пищи и кормов составляет 7,0 • 1012 кВт•ч. Кроме того, в пределах 16,2 • 1012 кВт•ч каждый год расходуется ранее накопленная живыми организмами энергия (уголь, торф, нефть, горючие сланцы и др.). В связи с этим может образоваться дефицит энергии, поэтому ученые занимаются поиском дополнительных ее источников (ядерная, ветра, рек и др.). Так как использование дополнительных источников энергии в мире невелико, то почвы еще долго будут оставаться главным поставщиком трансформированной энергии Солнца.

2.В нормальном функционировании биосферы, так как почвенный покров является ее наиболее активной частью. Достаточно сказать, что в 1 г почвы насчитывается не одна сотня миллионов микроорганизмов. Жизнь всех насекомых в той или иной мере связана с почвой; все наземные животные в конечном итоге получают пищу благодаря почвам, которые являются местом обитания всех наземных растений. Выделения живыми организмами в окружающую среду продуктов жизнедеятельности и обмена веществ, поступление органических и минеральных соединений, образующихся при их гниении после смерти, со временем значительно изменяют химический состав воздуха, воды и минеральной массы биосферы.

3.В поддержании определенного газового режима атмосферы Земли, содержания в ней кислорода, азота, диоксида углерода, водорода и паров воды. Газовый режим атмосферы регулируется системой: растения — животные, микроорганизмы — почвы, а также Мировым океаном.

4.В круговороте воды на земном шаре, включающем как важнейшее звено почвенную влагу. На почвы выпадает огромное количество атмосферной влаги; одна часть ее в результате физического испарения и транспирации растений снова поступает в атмосферу, другая — стекает в реки или, фильтруясь через почвы и верхние пласты осадочных пород, пополняет грунтовые воды, которые, обнажаясь, вытекают в виде бьющих из земли ключей. Ключевые и делювиальные воды приносят в реки большое количество минеральных соединений, пополняя ими моря и океаны, оказывая влияние на состав их воды и донных отложений. Наряду с почвенным покровом огромное влияние на круговорот воды на земном шаре оказывает гидросфера.

5.В формировании осадочных пород земной коры и изменении их минералогического состава. Почвообразовательные процессы на Земле и одновременно идущие с ними процессы выветривания минералов и горных пород продолжались миллионы лет. За это время в верхней части земной коры сформировался мощный пласт осадочных пород континентального и морского происхождения. В большей или меньшей степени они испытали на себе прямое действие почвенного покрова, древней растительности и животного мира соответствующих геологических периодов.

6.В обеспечении основных условий существования человека, так как только почвы обладают плодородием и способностью производить урожай растительного вещества — основного энергетического биологического продукта, употребляемого человеком в пищу. Часть растительной массы, преобразованная животными организмами, также потребляется человеком в пищу. Растительные и животные сырьевые ресурсы широко используют для бытовых нужд и в промышленности.

**СРСП № 3**

**Тема:** Процессы образования минералов и горных пород

На берегу реки или на склоне горы вы встречаете обломки различных горных пород и минералов. В них часто можно видеть плотно прилегающие друг к другу зерна.

Обломки некоторых пород по внешнему виду напоминают темное стекло и кажутся однородными. Однако под микроскопом можно обнаружить, что они состоят из очень мелких зерен. Встречаются такие породы, у которых ярко выражена слоистость. Часто в них заметны окаменевшие раковины.

Почему горные породы так отличаются друг от друга? Объясняется это различным происхождением их. Одни породы образовались из расплавленной огненно-жидкой магмы, почему и называются магматическими или изверженными. К примеру, назовем гранит, базальт, туф, пемзу. Другие породы образовались на дне древних морей и озер. Постепенно, в течение многих миллионов лет, здесь накоплялись толщи песка, глины, остатков организмов. Так образовались осадочные породы. В результате движений земной коры морское дно стало сушей.

Из осадочных пород вам хорошо знакомы глина, мел, песчаник, известняк. Осадочные и магматические породы в связи с движениями земной коры могли опускаться в глубокие недра и там, подвергаясь сильному давлению и нагреванию, изменялись. Так создавались новые породы. Геологи называют их метаморфическими1. К ним относятся мрамор, глинистый сланец, гнейс.

Таким образом, по своему происхождению горные породы разделяются на магматические, осадочные и метаморфические. Все они состоят из минералов.

Минерал — природное химическое соединение элементов с определенными, лишь ему присущими свойствами. Например, в результате соединения натрия и хлора образуется поваренная соль, а при соединении кремния и кислорода — кварц. В природе встречаются и минералы, состоящие из одного элемента, например самородное золото, серебро, сера и др. Минералы отличаются по цвету, твердости, плотности и другим свойствам.

Магматические горные породы часто совершенно непохожи одна на другую. Они бывают разнообразны и по цвету: почти белые, желтовато-розовые, зеленые, красные, коричневые, черные. Одни породы плотные, как стекло, другие состоят из видимых простым глазом зерен минералов.

Откуда такое разнообразие пород, если все они образовались из магмы? Разобраться в этом вопросе поможет нам состав магмы. В нее входят в основном кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, натрий, калий и магний. На эти элементы приходится в общем свыше 97% состава магмы, а на долю остальных элементов менделеевской таблицы — всего только около 3%. Глубинные магматические породы образуются на расстоянии трех и более километров от поверхности Земли. Они имеют ярко выраженное зернистое строение. Размеры зерен минералов от нескольких миллиметров до 5 см. Обычно, чем больше была масса остывшей магмы и чем глубже она находилась, тем лучше закристаллизовывались минералы (образовывались более крупные зерна). Наиболее распространена изверженная глубинная порода — гранит. В нем вы хорошо различаете слюду, зерна розовато-серого полевого шпата и полупрозрачного, похожего на стекло, кварца. Зернистому строению гранита вполне отвечает и его название (от латинского слова «гранум» — зерно).

**СРСП № 4**

**Тема:** Образование минералов

Процессы образования минералов и горных пород в земной коре

Минералы — это природные химические соединения, возникающие при различных химических и физико-химических процессах, протекающих в земной коре.

Горные породы — это природные образования, слагающие разнообразные геологические тела, из которых построена земная кора (литосфера). Они представляют собой закономерные сочетания или механические смеси различных по составу кристаллических минеральных зерен, наряду с которыми могут присутствовать аморфное вещество и органические остатки; к горным породам относятся встречающиеся в земной коре смеси жидких минеральных веществ (неорганических и органических).

Минералы, на долю которых приходится основная часть объема горных пород, называются, породообразующими. В большинстве своем они представлены широко распространенными силикатами и алюмосиликатами, иногда карбонатами, хлоридами, фосфатами, окислами и гидроокислами. Минералы, обычно присутствующие в горных породах в незначительном количестве как примеси, носят название акцессорных.

Изучение состава, свойств, условий образования и нахождения минералов в природе — основное содержание минералогии. Наука, изучающая горные породы, называется петрографией (от греч. язтра — скала, камень; урасрсо — пишу: описание камней).

Все процессы образования минералов и горных пород могут быть разбиты на три группы:

A. Эндогенные (внутренние), или, как их часто называют, гипогенные (глубинные) процессы, происходящие за счет внутренней тепловой энергии земного шара.

Б. Экзогенные (внешние), или гипергенные (поверхностные) процессы, происходящие на поверхности земли главным образом под воздействием солнечной энергии.

B. Метаморфические (метаморфогенные) процессы, связанные с перерождением ранее образовавшихся минеральных ассоциаций (как экзогенных, так и эндогенных) в результате изменяющихся физико-химических условий, среди которых главное место занимают изменения давления и температуры.

В составе земной коры известно около 4 тыс. минералов, причем ежегодно открываются новые минеральные виды и разновидности. Однако частота встречаемости минералов различна, широка распространено в природе всего несколько сот минералов. Хозяйственное значение имеют далеко не все минералы, хотя с каждым годом появляются новые области практического использования разнообразных видов минерального сырья.

Промышленные месторождения полезных ископаемых встречаются в земной коре не часто и потому представляют большую ценность. Особенно интересны и перспективны так называемые комплексные месторождения, содержащие несколько полезных компонентов. К их разработке необходимо самое бережное отношение. Следует всегда помнить, что запасы руды, извлеченные из недр, больше не возобновляются и потому недопустимо при эксплуатации месторождений подчиняться тем или иным временным, конъюнктурным соображениям и применять хищнические методы, ведущие к нерациональному использованию или даже прямому разбазариванию природных богатств.

 СРСП №5

Тема: Образование горных пород

С тех пор как образовалась земная кора, в ней не прекращаются процессы, постоянно изменяющие её строение и состав. За миллионы лет геологической эволюции нашей планеты одни горные породы поднялись из земных недр на поверхность, а другие, наоборот, ушли вглубь. Геологические процессы, изменяющие поверхность нашей планеты, иногда совершаются настолько быстро, что мы можем стать их свидетелями (землетрясения, извержения вулканов, горные оползни), а могут протекать медленно и незаметно в течение миллионов лет, причём ведущую роль в формировании земной коры играют именно последние.

Главный источник энергии внутренних процессов — внутреннее тепло Земли, образующееся в результате распада радиоактивных элементов, а источником энергии внешних процессов является тепло, получаемое нашей планетой от Солнца.
Оба случая, однако, сопряжены с изменениями горных пород, составляющих земную кору. Экзогенные процессы — это геологические изменения (выветривание, эрозия), происходящие на поверхности Земли или на небольшой глубине в земной коре под воздействием сил, вызванных теплом Солнца, силой тяжести и жизнедеятельностью организмов. Эндогенные процессы (орогенез, метаморфизм) протекают в глубинах Земли.

Классифицируя породу, учёные исходят из её химического состава, объёма, способа образования минеральных частиц и их расположения. Определено три основных типа горных пород: магматические, осадочные и метаморфические. Первые образуются из расплавленной магмы при её остывании и кристаллизации, вторые — в результате выветривания других видов пород (в том числе и более древних осадочных), а третьи представляют собой магматические или осадочные породы, видоизменившиеся под воздействием высоких температур и давления, царящих в глубинах земной коры.
При остывании глубинного силикатного расплава частицы разных минералов сплавляются в монолит, образуя магматические породы, способ образования которых помогают определить размер, текстура и химический состав слагающих частиц. Из кислых пород, в которых содержится большой процент кремнезёма (например, кварц и глины), в значительной степени сложена континентальная кора; для них характерны светлая окраска и относительно небольшой удельный вес.

Самая известная такая порода — гранит, который почти на 60% состоит из кварца, глин, калия, извести и натрия. Что же касается основных пород, то к ним, в частности, относятся габбро (когда говорят «чёрный гранит», речь, как правило, идёт о габбро, поскольку чёрного гранита в природе не существует) и базальты. В них нет свободного кремнезёма в виде кварца, кристобалита и тридимита, а из-за большой доли магния и железа они тяжелее кислых; из них состоит океаническая часть земной коры.

Размер минеральных частиц свидетельствует о быстром затвердевании магмы, составлявшей основу этих пород; чем медленнее они затвердевали, тем большими становились кристаллы и, соответственно, более крупной зернистость. А вот быстро затвердевающая магма рождает мелкозернистые породы. При переносе, переотложении и накоплении обломков горных пород образуются осадочные породы, которые так и называются — обломочные, или пластические.

Составляющие их частицы являются результатом эрозии и выветриваются глинистые минералы и одновременно высвобождается не поддающийся выветриванию кварц (потому-то на нашей планете так много кварцевых песков). Молекулярные связи между частицами глинистых минералов довольно слабы — в этом можно убедиться, рассматривая мелкозернистые породы.

 **СРСП №7**

**Тема**: Радиоактивные свойства почв

В почвах и материнских породах присутствует широкий набор радиоактивных элементов (радионуклидов). Они могут быть как естественного, так и антропогенного происхождения. В связи с этим различают естественную и искусственную радиоактивность почв. Она выражается количеством ядерных распадов в единицу времени и измеряется в беккерелях (1 Бк = 1 распад/с) или единицах активности – кюри (1 Кюри = 3,7-1010 Бк).

***Естественная радиоактивность***

Естественная радиоактивность обусловлена двумя группами радиоактивных элементов –*первичными* и*космогенными.* Первичные содержатся в материнских породах и вошли в состав почв. Космогенные поступают в почву из атмосферы. Их  образование  происходит при взаимодействии космического излучения с ядрами стабильных элементов.

Первичные радионуклиды представлены ураном (238U, 235U), торием (232Th), радием (226Ra), радоном (222Rn, 220Rn), изотопами калия (40К), рубидия (87Rb), кальция (48Са), циркония (96Zr) и др.; космогенные представлены тритием (3Н), бериллием (7Ве, 10Ве) и углеродом (14С).

Все естественные радиоактивные изотопы, как правило, долгоживущие с периодом полураспада 108 –1016 лет. Они испускают альфа- и бета-частицы (Не, е-) и гамма-лучи. Естественная радиоактивность определяется в основном содержанием урана, тория, радия и изотопа калия. В почвах радионуклиды находятся в очень малых количествах, в рассеянном состоянии (уран – 3·10-6– 5,1·10-4 %; то- рий – 4·10-6 – 16·10-4;  радий – 1·10-12 – 1,7·10-10;   калий– 3,9·10-6 – 3,1·10-5 %). Наблюдается возрастание их концентраций в меридиональном направлении (табл. 1) от подзолистых почв к сероземам.

Валовое содержание радионуклидов в почвах зависит от материнских пород. Например, почвы, сформировавшиеся на обогащенных фосфором породах, содержат повышенные концентрации урана. Содержание естественных радиоактивных элементов в почвах зависит также от степени изменения материнской породы в процессе почвообразования, а количественные изменения по профилю – от типа почвообразования. Оподзоливание, осолодение, лёссивирование, осолонцевание приводят к выносу естественных радионуклидов из элювиальных горизонтов в иллювиальные. В лесостепных почвах и почвах степных областей профильная дифференциация содержания радиоэлементов совпадает с типичными профильными закономерностями изменений в них гранулометрического состава, оксидов железа и алюминия.

***Искусственная радиоактивность***

Искусственная радиоактивность является следствием загрязнения почв радионуклидами в результате термоядерных взрывов, аварий на атомных электростанциях, внесения в почву фосфорных удобрений, часто содержащих изотопы урана, загрязнения почвы отходами атомной промышленности, зольными выбросами тепловых электростанций, работающих на угле и горючих сланцах, содержащих уран, радий, торий, полоний. Всем известны трагические последствия сброшенных США атомных бомб в конце второй мировой войны на города Японии Хиросима и Нагасаки, последствия аварии на Чернобыльской АЭС в Белоруссии. Радиоэлементы разносятся ветром, дождевыми и талыми водными потоками, расширяя зоны радиоактивных загрязнений почвенного покрова и природных вод, подвергая радиоактивному облучению живые организмы.

Особенностью радиоактивных загрязнителей является то, что они обычно не изменяют уровень плодородия почв, но накапливаются в урожае. Поэтому на продукты питания для человека и корма для животных установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) радионуклидов.

В почвах более тяжелых и гумусированных антропогенные радионуклиды активнее и надолго закрепляются в верхнем гумусовом горизонте. В почвах же легких они могут мигрировать в течение 10–15 лет на глубину 40–50 см. В экологическом отношении особенно опасны долгоживущие антропогенные радионуклиды: 90Sr, 106Ru, 129J, 137Cs, 144Ce, 226 Ra,232Th, 238U, 239Pu. У стронция-90 период полураспада 28 лет, у цезия-137 – 33 года, а у некоторых радионуклидов он составляет сотни лет. Цезий и стронций наиболее активно вовлекаются в биологический круговорот веществ благодаря тому, что цезий является аналогом калия, а стронций – кальция. Основное количество стронция и цезия, поступившее в растения, накапливается в их надземной массе. В урожае сельскохозяйственных культур содержание стронция можно уменьшить в 4–5 раз, применяя органические и минеральные удобрения, а на кислых почвах — известь. Стронций-90 задерживается в организме человека и животных гораздо дольше, чем цезий-137.

 **СРСП №8**

 **Тема**: Классификации почв и почвообразующих пород по гранулометрическому составу

— подразделение п. и грунтов на группы по содержанию в них различных гранулометрических фракций. В СССР в настоящее время наиболее широко распространена классификация Н. А. Качинского, в которой основное подразделение производится по соотношению содержания *песка физического*и *глины физической,* более дробное — по соотношению содержания *пыли*и *ила.*

В настоящее время получили распространение два основных принципа построения классификаций:

· На основании содержания физической глины с учётом доминирующей фракции и типа почвообразования. Разработана Н.А. Качинским и принята в России и в некоторых других странах.

* На основании относительного содержания фракций песка, пыли и глины по Аттербергу. Международная классификация, классификации общества почвоведов (SSSA) и общества агрономов (ASSA) США. Для определения названия почвы используют *треугольник Ферре*.

Однозначного перехода от одной классификации к другой не существует, однако используя кумулятивную кривую выражения результатов гранулометрического состава можно назвать почву по обеим классификациям.

Почва — сложная полидисперсная система, состоящая из четырех фаз: твердой (минеральные и органические частицы), жидкой (почвенный раствор), газообразной (почвенный воздух) и живой (почвенные организмы).

Твердая фаза почв и почвообразующих пород состоит из частиц различного размера. Отдельные частицы (гранулы) называются механическими элементами. В почве преобладают минеральные частицы, образовавшиеся при выветривании горных пород. Кроме минеральной части в почве содержатся органические частицы, происхождение которых обусловлено биологическими процессами; наличие небольшого количества органо-минеральных **фракций в почве** связано с процессами взаимодействия минеральных и органических компонентов. Близкие по размеру и свойствам частицы объединяют в следующие фракции
Частицы более 1 мм называют скелетом почвы, менее 1 мм — мелкоземом. В мелкозем входят: физический песок (частицы более 0,01 мм) и физическая глина (частицы менее 0,01 мм). В разных почвах содержание мелких и крупных фракций сильно варьирует.

Гранулометрическим составом почвы называют соотношение частиц различной крупности, выраженное в процентах.

Физические свойства почвенных фракций зависят от их размера (табл.).

Почвы состоят из фракций механических элементов, находящихся в различных количественных соотношениях. Различные фракции механических элементов имеют неодинаковые физические и химические свойства.

В основе **классификации почв по гранулометрическому составу** лежит соотношение фракций физической глины и физического песка. В классификации, предложенной Н. А. Качинским, учитываются генетические особенности почв (табл.).

В указанных в таблице трех типах почвообразования элементарные глинистые частицы обладают различной способностью склеиваться в микроагрегаты — комочки размером менее 0,25 мм. Способность к агрегированию зависит от содержания в почве ила, гумуса, СаСO3 и др. При одном и том же содержании физической глины в почвах с лучшей агрегированностью и структурностью создаются более благоприятные водные и воздушные свойства, чем в неагрегированных почвах. В суглинистых и глинистых степных почвах содержится больше физической глины, чем в подзолистых почвах и солонцах, поэтому в степных почвах способность к агрегированию выражена лучше.

Согласно приведенной выше классификации, сначала различают почвы по соотношению физической глины и песка, а затем учитывают преобладающие фракции. Полное название почвы по гранулометрическому составу дают с учетом трех фракций: глины, песка и преобладающей фракции. Причем фракцию, имеющую более высокий показатель, ставят в конце названия почвы. Например, если в подзолистой почве содержится 10 % песка, 52 % крупной пыли, 15 % средней и мелкой пыли, 23 % ила, то по гранулометрическому составу она относится к среднесуглинистой иловато-крупнопылеватой. В состав этой почвы входит 35 % физической глины и 65 % физического песка, а преобладающими фракциями являются крупная пыль — 52 % и ил — 23 %.

 **СРСП №9**

**Тема**: Процессы превращения органических остатков и образование гумуса

Гумусообразование - В современном понимании процесс превращения органических остатков в гумус (гумусообразование) представляет собой совокупность одновременно протекающих процессов разложения исходных органических остатков, синтеза вторичных форм (развитие микроорганизмов) и их гумификации. Общая схема гумусообразования по И. В.Тюрину имеет следующий вид: растительные остатки, попадая в почву или на ее поверхность, разлагаются микроорганизмами, в результате возникают более простые подвижные соединения. Часть этих соединений полностью минерализуется микроорганизмами и усваивается новыми поколениями растительности, другая часть используется микроорганизмами для синтеза органических веществ, которые в дальнейшем вновь разлагаются. Некоторые продукты разложения превращаются в сложные высокомолекулярные вещества - гуминовые кислоты. Этот процесс, протекающий под воздействием кислорода воздуха, воды и ферментов микроорганизмов, называется гумификацией, или гумусообразованием. Активное участие в превращении органических остатков в гумус принимают живые организмы (бактерии, грибы, почвенные животные), которые перемешивая с почвой всю массу органических остатков, а также продуктов их разложения и гумификации, перерабатывают все и выбрасывают неиспользованную часть в виде экскрементов в толщу почвы.

Превращение органических остатков в перегной -- сложный биологический процесс, в котором главная и решающая роль принадлежит микроорганизмам. При этом все исходные вещества растительного и животного происхождения претерпевают глубокие изменения.

Превращение органических веществ в почве складывается из двух процессов. С одной стороны, происходит распад органических веществ до более простых соединений и частично до продуктов полной минерализации (СО2, NO2, NO3, NH3, CH4, H2O и ряда других); с другой стороны, одновременно с распадом происходит синтез высокомолекулярных, специфической природы перегнойных веществ, т. е. процесс гумусообразования.

Эти процессы осуществляются при участии окислительных ферментов, выделяемых микроорганизмами, и носят биокаталитический характер. Ферменты в почве находятся в активном состоянии. При этом чем богаче почва органическим веществом, чем интенсивнее развиваются в ней микробы, тем выше ферментативная активность. Под влиянием ферментов происходят реакции гидролитического расщепления углеводов, жиров и белков с образованием растворимых соединений, частично поступающих затем путем осмоса в клетки микроорганизмов. В клетках микроорганизмов эти вещества подвергаются дальнейшему расщеплению и окислению, которые также вызываются специфическими внутриклеточными ферментами.

«Исходя из биологической теории гумусообразования, перегной нужно рассматривать как продукт биохимических превращений органических остатков в почве, обусловленных жизнедеятельностью микроорганизмов. Он представляет сложную систему органических высокомолекулярных веществ в почве, главная масса которых представлена особой группой новообразований синтетической природы -- перегнойными веществами. Характерной особенностью этой системы является медленное непрерывное обновление всех составных частей ее при относительной стабильности по сравнению с исходными органическими остатками» (Л. Н. Александрова).

Отмершие клетки микроорганизмов, населяющих почву, в свою очередь также подвергаются разложению и используются в качестве питательного материала новыми поколениями микроорганизмов.

Интенсивность и характер разложения и превращения органических остатков в почве зависят как от состава разлагающихся веществ, так и от внешних условий среды.

Наиболее быстро разлагаются легко усваиваемые органические соединения -- сахара, органические кислоты, спирты, затем белки, аминокислоты, жиры, пектины, гемицеллюлоза и, наконец, клетчатка и лигнин. Весьма медленно разлагаются микробами воск, смолы и многие другие стабильные вещества.

В значительной степени разложение органических веществ зависит от степени влажности, доступа воздуха и температуры.

Наиболее энергично протекают процессы превращения органических остатков в почве в условиях свободного доступа воздуха и при наличии достаточного количества влаги и тепла. При резком недостатке влаги и тепла, а также при плохой аэрации процессы разложения органических веществ замедляются и перегноя в почве образуется мало. На огромной территории нашей страны природные условия, непосредственно влияющие на процесс образования и накопления перегноя, весьма разнообразны, поэтому и содержание органического вещества в различных почвах неодинаково:

|  |
| --- |
|  |

Максимальное количество перегноя содержат мощные (тучные) черноземы. К северу от черноземной зоны в направлении к подзолистым почвам и к югу от этой зоны в направлении к почвам сухих степей и полупустынь содержание гумуса в почвах постепенно убывает.

 СРСП №10

Тема: Баланс гумуса. Плодородие - специфические свойство почвы, определяющее ее ценность как основного средства производства в сельском хозяйстве. Одним из показателей – содержание гумуса. Вступая в комплексные соединения с глинистыми и другими минеральными частями, гумус улучшает физико-химические свойства почвы. С образованием и накоплением гумуса связаны развитие структуры, поглотительной способности почв, аккумуляции и органической форме фосфора и других элементов. Гумусированность почвы определяет все свойства, которые отличают почву от материнской горной породы и которыми обуславливается ее плодородие. В богатой гумусом почве слабее фиксируется фосфорная кислота, активнее становится ее обмен, усиливается мобилизация азота. Растения, произрастающие на бедных почвах, в большей мере подвергаются отрицательному воздействию на неблагоприятные условия внешней среды. Исследованиями многих НИИ установлена прямая зависимость урожаев сельскохозяйственных культур от содержания в почве гумуса. Повышение содержания в почве гумуса до оптимальных параметров являются необходимым условием повышения эффективности применяемых удобрений, получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Расчет баланса гумуса позволяет своевременно принимать меры по восстановлению и подъему плодородия почвы, предотвращать снижение содержания в ней гумуса. В настоящее время предлагается несколько методов расчета баланса гумуса. В основу всех этих методов положено составление расходной и приходной частей. Расходная часть: минерализация гумуса, вынос его из корнеобитаемого слоя за счет вертикального и поверхностного стока. Приходная часть гумусового баланса складывается из поступления органического вещества с корневыми и пожнивными остатками полевых культур, с органическими удобрениями, семенами и посадочным материалом, а также за счет микроорганизмов. Расчет баланса гумуса представляется в виде таблицы, состоящей из 15 столбцов: 1) культура; 2) площадь, га,3) урожайность основной продукции, ц/ га, 4) вынос азота с урожаем, всего, кг/га; 5 )вынес с урожаем азота, фиксированного из воздуха, кг/га; 6 )вынос азота с урожаем из почвы, кг/га; 7) минерализация гумуса без поправок, кг/ га; 8) …с поправкой на культуру, т/га; 9) … с поправкой на гран состав; 10) минерализация гумуса всего на всей площади, кг; 11) количество новообразованного гумуса из растительных остатков на 1 га; 12)… на всей площади, кг; 13) количество новообразовательного гумуса из органических удобрений, кг; 14) количество новообразовательного гумуса всего, кг; 15) баланс гумуса ; кг. Расчетный метод позволяет контролировать содержание гумуса в почве, моделировать темпы обогащения почвы органическим веществом .Только сочетание двух методов – балансового расчета накопления органического вещества и прямого определения гумуса в почвах может дать полную картину изменения плодородия почвы.

Гумус -- наиболее ценная органическая и биологически активная часть почвы. Для растений является основным источником питательных веществ, которые, растворяясь в воде, поступают в растение через корни и насыщают его, прежде всего азотом. Гумус образуется как результат процессов гумификации продуктов разложения органических остатков, осуществляемого почвенными бактериями и другими микроорганизмами.

Питательные вещества в гумусе переработаны таким образом, что становятся доступными для всасывающих корней растений, а значит, могут быть целиком усвоены растением. Кроме того, находясь в связанном состоянии, они не вымываются из почвы. Высокое содержание гумуса в почве означает богатые резервы азота, крайне необходимого для жизни растений. Гумус оказывает стабилизирующее влияние на все реакции и процессы в почве, в том числе на процессы кислородного и водного обмена. Питательные вещества удерживаются в органическом поверхностном слое почвы с развитой корневой системой, вредные вещества распадаются или в составе коллоидов дезактивируются и не представляют опасности для почвенной фауны и растений.

Внесение неоправданно высоких доз различных минеральных удобрений и нерациональное ведение хозяйства отражается на биологическом состоянии гумуса, которое является главным критерием его ценности. Для системы удобрений важно не только получение высоких урожаев, но и сохранение и повышение почвенного плодородия. Для того чтобы оценить изменение почвенного плодородия при разработанной системе удобрения рассчитывается баланс питательных веществ и гумуса.

Баланс - это сопоставление статей поступления элементов питания и гумуса в почву с расходом на формирование урожая и потерь из почвы. В приходную часть входит поступление питательных веществ в почву с удобрениями. Расходная часть включает: вынос питательных веществ с увозимым с поля урожаем, потери элементов питания из почвы и удобрений вследствие поверхностного стока, вымывания и газообразные потери. Существует полный, или экологический, баланс, учитывающий все статьи прихода и расхода элементов питания, и упрощенный, или хозяйственный, баланс, предусматривающий только поступление питательных веществ в почву с удобрениями и дополнительного количества азота от бобовых культур в сопоставлении с выносом урожаем и возможными потерями из удобрений.

Существует интенсивный баланс (положительный), или поступление питательных веществ в почву превышает вынос с урожаем и потери из почвы и удобрений; экстенсивный (отрицательный), если вынос и потери превышают поступление в почву; бездефицитный (нулевой), если приход и расход равномерный. Баланс выражается по каждому из элементов питания в относительных цифрах (в % к выносу урожаем) и в абсолютных (в т/га).

Запас питательных веществ и гумуса в почве при отрицательном балансе уменьшается - это означает, что снижается почвенное плодородие. При бездефицитном балансе поступление и потери равны т.е. идет сохранение почвенного плодородия.

 СРСП №11

Тема: Ферментативная активность почв

Ферменты – это катализаторы химических реакций белковой природы, отличающиеся специфичностью действия в отношении катализа определенных химических реакций.

Ферменты являются продуктами биосинтеза живых почвенных организмов: древесных и травянистых растений, мхов, лишайников, водорослей, грибов, микроорганизмов, простейших, насекомых, беспозвоночных и позвоночных животных, которые представлены в природе определенными совокупностями – биоценозами.

Биосинтез ферментов в живых организмах осуществляется благодаря генетическим факторам, ответственным за наследственную передачу типа обмена веществ и его приспособительную изменчивость. Ферменты являются тем рабочим аппаратом, при помощи которого реализуется действие генов. Они катализируют в организмах тысячи химических реакций, из которых в итоге слагается клеточный обмен. Благодаря ферментам химические реакции в организме осуществляются с большой скоростью.

В настоящее время известно более 900 ферментов. Их подразделяют на шесть классов.

1. Оксиредуктазы – катализируют окислительно-восстановительные реакции.

2. Трансферазы – катализируют реакции межмолекулярного переноса различных химических групп и остатков.

3. Гидролазы –- катализируют реакции гидролитического расщепления внутримолекулярных связей.

4. Лиазы –- катализирующие реакции присоединения групп по двойным связям и обратные реакции отрыва таких групп.

5. Изомеразы –- катализируют реакции изомеризации.

6. Лигазы – катализируют химические реакции с образованием связей за счет АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты).

При отмирании и перегнивании живых организмов часть их ферментов разрушается, а часть, попадая в почву, сохраняет свою активность и катализирует многие почвенные химические реакции, участвуя в процессах почвообразования и в формировании качественного признака почв– плодородия.

В разных типах почв под определенными биоценозами сформировались свои ферментативные комплексы, отличающиеся активностью биокаталитических реакций.

Важной чертой ферментативных комплексов почв является упорядоченность действия имеющихся групп ферментов. Она проявляется в том, что обеспечивается одновременное действие ряда ферментов, представляющих различные группы. Ферменты исключают накопление избытка каких-либо соединений в почве. Излишки накопившихся подвижных простых соединений (например, NH3) тем или иным путем они временно связывают и направляют в циклы, завершающиеся образованием более сложных соединений. Ферментативные комплексы можно представить, в виде неких саморегулирующихся систем. В этом основную роль играют микроорганизмы и растения, постоянно пополняющие почвенные ферменты, так как многие из них являются короткоживущими.

О количестве ферментов косвенно судят по их активности во времени, которая зависит от химической природы реагирующих веществ (субстрата, фермента) и от условий взаимодействия (концентрация компонентов, рН, температура, состав среды, действие активаторов, ингибиторов и др.).

Ферменты, относящиеся к классам гидролаз и окси-редуктаз, участвуют в основных процессах гумификации почв, поэтому их активность – это существенный показатель плодородия почв. Поэтому кратко остановимся на характеристике ферментов, относящихся к данным классам.

Характеристика ферментов

К гидролазам относят инвертазу, уреазу, фосфатазу, протеазу.

Инвертаза – катализирует реакции гидролитического расщепления сахарозы на эквимолярные количества глюкозы и фруктозы, воздействует также на другие углеводы с образованием молекул фруктозы – энергетического продукта для жизни микроорганизмов, катализирует фруктозотрансферазные реакции. Исследования многих авторов показали, что активность инвертазы лучше других ферментов отражает уровень плодородия и биологической активности почв.

Уреаза– катализирует реакции гидролитического расщепления мочевины на аммиак и диоксид углерода. В связи с использованием мочевины в агрономической практике необходимо иметь в виду, что активность уреазы выше у более плодородных почв. Она повышается во всех почвах в периоды их наибольшей биологической активности – в июле - августе.

Фосфатаза (щелочная и кислая) – катализирует гидролиз ряда фосфорорганических соединений с образованием ортофосфата. Активность фосфатазы тем выше, чем меньше в почве подвижных форм фосфора, поэтому она может быть использована как дополнительный показатель при установлении потребности внесения в почвы фосфорных удобрений. Наиболее высокая фосфатазная активность в ризосфере растений.

Протеазы – это группа ферментов, расщепляющих белки до полипептидов и аминокислот, которые в последующем гидролизуются до аммиака, диоксида углерода и воды. В связи с этим протеазы имеют важнейшее значение в жизни почвы, так как с ними связаны изменение состава органических компонентов и динамика форм азота, которые легко усваиваются растениями.

К классу окси-редуктаз относят каталазу, пероксидазу и полифенолоксидазу.

Каталаза – в результате ее действия происходит расщепление перекиси водорода, токсичной для живых организмов:

Н2О2 → Н2О + О2

Большое влияние на каталазную активность минеральных почв оказывает растительность. Почвы, находящиеся под растениями с мощной глубоко проникающей корневой системой, характеризуются высокой каталазной активностью. Особенность активности каталазы заключается в том, что вниз по профилю она мало изменяется, имеет обратную зависимость от влажности почв и прямую – от температуры.

Полифенолоксидазе и пероксидазе в почвах принадлежит основная роль в процессах гумусообразования.

Полифенолоксидаза катализирует окисление полифенолов в хиноны в присутствии свободного кислорода воздуха. Пероксидаза катализирует окисление полифенолов в присутствии перекиси водорода или органических перекисей. При этом ее роль состоит в активировании перекисей, поскольку они обладают слабым окисляющим действием на фенолы. Далее может происходить конденсация хинонов с аминокислотами и пептидами с образованием первичной молекулы гуминовой кислоты, которая в дальнейшем способна усложняться за счет повторных конденсаций.

Отношение активности полифенолоксидазы (S) к активности пероксидазы (D), выраженное в процентах:

 S

 К = ---- x 100

 D

имеет связь с накоплением в почвах гумуса, поэтому эта величина получила название условный коэффициент накопления гумуса (К).

Ферментативные процессы в почвах

Биокаталитическая активность почв зависит от степени обогащенности их микроорганизмами и от типа почв. Активность изменяется по генетическим горизонтам. Это связано с содержанием гумуса, типа реакций, окислительно-восстановительного потенциала и других показателей по профилю.

В целинных лесных почвах интенсивность ферментативных реакций в основном определяют горизонты лесной подстилки, а в пахотных – пахотные слои. Все биологически менее активные генетические горизонты, находящиеся под горизонтами А или Ап, имеют низкую активность ферментов. Активность их незначительно возрастает при окультуривании почв. После освоения лесных почв под пашню ферментативная активность образованного пахотного горизонта по сравнению с лесной подстилкой резко снижается, но по мере его окультуривания повышается и в сильно окультуренных почвах приближается или превышает показатели лесной подстилки.

 ﻿

 СРСП № 12

Тема**:**ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВАХ

Биокаталитическая активность почв находится в значительном соответствии со степенью обогащенности их микроорганизмами, зависит от типа почв и изменяется по генетическим горизонтам, что связано с особенностями изменения содержания гумуса, реакции, Red-Ox-потенциала и других показателей по профилю.

В целинных лесных почвах интенсивность ферментативных реакций в основном определяют горизонты лесной подстилки, а в пахотных — пахотные слои. Как в одних, так и в других почвах все биологически менее активные генетические горизонты, находящиеся под горизонтами А или Ап, имеют низкую активность ферментов, незначительно изменяющуюся в положительную сторону при окультуривании почв. После освоения лесных почв под пашню ферментативная активность образованного пахотного горизонта по сравнению с лесной подстилкой оказывается резко сниженной, но по мере его окультуривания повышается и в сильно окультуренных видах приближается или превышает показатели лесной подстилки.

Активность биокаталитических реакций почв изменяется. Наименьшая она весной и осенью, а наиболее высокая обычно в июле-августе, что соответствует динамике общего хода биологических процессов в почвах. Однако в зависимости от типа почв и их географического положения динамика ферментативных процессов весьма различна.

Из многочисленных показателей биологической активности почвы большое значение имеют почвенные ферменты. Их разнообразие и богатство делают возможным осуществление последовательных биохимических превращений, поступающих в почву органических остатков.

Название «фермент» происходит от латинского «ферментум» – брожу, закваска. Явление катализа и в настоящее время полностью не разгадано. Сущность действия катализатора заключается в снижении энергии активации, необходимой для химической реакции, направляя ее обходным путем через промежуточные реакции, которые требуют меньшей энергии, идущие без катализатора. Благодаря этому повышается и скорость основной реакции. Под действием фермента ослабляются внутримолекулярные связи в субстрате вследствие некоторой деформации его молекулы, происходящей при образовании промежуточного комплекса фермент-субстрата.

Таким образом, роль ферментов заключается в том, что они значительно ускоряют биохимические реакции и делают их возможными при обычной нормальной температуре.

Ферменты, в отличие от неорганических катализаторов, обладают избирательностью действия. Специфичность действия ферментов выражается в том, что каждый фермент действует лишь на определенное вещество, или же на определенный тип химической связи в молекуле. По своей биохимической природе все ферменты – высокомолекулярные белковые вещества. На специфичность ферментных белков влияет порядок чередования в них аминокислот. Некоторые ферменты помимо белка содержат более простые соединения. Например, в составе различных окислительных ферментов содержатся органические соединения железа. В состав других входят медь, цинк, марганец, ванадий, хром, витамины и другие органические соединения.

Они участвуют в окислительно-восстановительных процессах синтеза гумусовых компонентов. Из гидролаз наиболее широко в почвах распространены инвертаза, уреаза, протеаза, фосфатазы. Эти ферменты участвуют в реакциях гидролитического распада высокомолекулярных органических соединений и тем самым играют важную роль в обогащении почвы подвижными и доступными растениям и микроорганизмам питательными веществами.

Исследованием ферментативной активности почв занималось большое количество исследователей. В результате исследований доказано, что ферментативная активность – это элементарная почвенная характеристика. Ферментативная активность почвы складывается в результате совокупности процессов поступления, иммобилизации и действия ферментов в почве. Источниками почвенных ферментов служит все живое вещество почв: растения, микроорганизмы, животные, грибы, водоросли и т. д. Накапливаясь в почве, ферменты становятся неотъемлемым реактивным компонентом экосистемы. Почва является самой богатой системой по ферментному разнообразию и ферментативному пулу. Разнообразие и богатство ферментов в почве позволяет осуществляться последовательным биохимическим превращениям различных поступающих органических остатков.

Значительную роль почвенные ферменты играют в процессах гумусообразования. Превращение растительных и животных остатков в гумусовые вещества является сложным биохимическим процессом с участием различных групп микроорганизмов, а также иммобилизованных почвой внеклеточных ферментов. Выявлена прямая связь между интенсивностью гумификации и ферментативной активностью.

Особо следует отметить значение ферментов в тех случаях, когда в почве складываются экстремальные для жизнедеятельности микроорганизмов условия, в частности при химическом загрязнении. В этих случаях метаболизм в почве остается в известной мере неизменным благодаря действию иммобилизированных почвой, и поэтому устойчивых, ферментов. Максимальная каталитическая активность отдельных ферментов наблюдается в относительно небольшом интервале pH, который является для них оптимальным. Поскольку в природе встречаются почвы с широким диапазоном реакции среды (pH 3,5-11,0), то их уровень активности весьма различен.

Исследованиями различных авторов установлено, что активность почвенных ферментов может служить дополнительным диагностическим показателем почвенного плодородия и его изменения в результате антропогенного воздействия. Применению ферментативной активности в качестве диагностического показателя способствуют низкая ошибка опытов и высокая устойчивость ферментов при хранении образцов.

**СРСП № 13**

**Тема:** Аллелопатические свойства почвы.

Под аллелопатией понимают химическое ингибирующее взаимовлияние растений и почвенных микроорганизмов в результате выделения или физиологически активных органических соединений, или появляющихся в почвах при гниении их остатков. Термин «аллелопатия» состоит из двух греческих слов, означающих «взаимное страдание». Таким образом, аллелопатия является важнейшим свойством живой фазы почв и оказывает большое влияние на уровень их плодородия.

Явление аллелопатии было замечено давно как в естественной природной обстановке в лесных, луговых, степных и других биоценозах, так и в земледельческой практике при возделывании сельскохозяйственных культур. Однако взаимовлияние растений, почвенных микроорганизмов и других живых организмов учитывают в агрономической практике крайне недостаточно. Большей частью угнетение одних растений другими объясняется лишь конкуренцией за свет, воду, питательные вещества, развитием вредителей и возбудителей болезней, ухудшением физических свойств почв и т. д. Недооценка аллелопатического взаимовлияния организмов живой фазы почв ограничивает возможности повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

В изучение аллелопатии большой вклад внесли Г. Молиш, Г. Грюммер, Дж. Боннер, А. Г. Винтер, Э. Райе, С. И. Чернобривенко, В. П. Иванов, Т. А. Работнов, 3. Лаштувка, А. М. Гродзинский, М. В. Колесниченко и многие другие ученые. Для почвоведения и агрономической практики эти исследования имеют особое значение. Познание аллелопатии чрезвычайно важно также в экологическом отношении.

Наиболее изучено аллелопатическое взаимовлияние растений и микроорганизмов. С целью его характеристики Г. Грюммер предложил пользоваться определенными терминами для обозначения ингибиторов (тормозителей) аллелопатической природы. Термином антибиотик названы ингибиторы биохимических процессов, продуцируемые микроорганизмами и действующие на микроорганизмы. Термином фитонцид названы ингибиторы, продуцируемые высшими растениями и действующие на микроорганизмы. Соединения, выделяемые микроорганизмами, ингибирующие биохимические процессы растений, названы маразминами. Термином колины названы химические ингибиторы, образуемые высшими растениями и действующие на высшие растения. Однако бывает иная направленность действия ингибиторов. Некоторые антибиотики оказываются токсичными по отношению к высшим растениям, известно много фитонцидов, ингибирующих рост высших растений, и много колинов, подавляющих рост микроорганизмов, а некоторые маразмины действуют также и на микроорганизмы.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИНГИБИТОРОВ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ И НАПРАВЛЕННОСТЬ МЕХАНИЗМА ИХ ДЕЙСТВИЯ

Главные пути биосинтеза веществ аллелопатической природы и их химический состав частично установлены. Э. Райе (1978) считает, что все известные ингибиторы аллелопатической природы можно разделить на 15 групп. Они представлены разнообразными простыми и сложными органическими соединениями. Большую часть идентифицированных антибиотиков, маразминов, фитонцидов и колинов можно отнести, по Э. Раису, к одной из 14 групп.

1. Простые водорастворимые органические кислоты, спирты с неразветвленной цепью, алифатические альдегиды и кетоны.

2. Простые ненасыщенные лактоны.

3. Жирные кислоты с длинной цепью.

4. Нафтохиноны, антрахиноны и сложные хиноны.

5. Терпеноиды и стероиды.

6. Простые фенолы, бензойная кислота и их производные, галловая кислота и протокатеховая кислота.

7. Коричная кислота и ее производные.

8. Кумарины.

9. Флавоноиды.

10. Конденсированные таннины, гидролизуемые таннины.

11. Аминокислоты и полипептиды.

12. Алкалоиды и циангидрины.

13. Сульфиды и гликозиды горчичного масла.

14. Пурины и нуклеозиды.

Но некоторые вещества не подходят к этим группам, и их целесообразно выделить в 15-ю группу. Это фенилуксусная и 4-фенилмасляная кислоты, обнаруженные среди токсинов разлагающихся остатков ржи; к этой группе следует отнести также фенилэтиловый спирт, триптофол, летучий ингибитор этилен (СН2=СН2), абсцизовую кислоту, агропирен и др.

Ингибиторы аллелопатической природы не только выделяются растениями в среду, но содержатся также в стеблях, листьях, корнях, цветках и соцветиях, в плодах и семенах растений. Попадая в почву, они входят в состав ее органического вещества, а также находятся в адсорбированном состоянии с твердой фазой почв, в почвенных растворах и почвенном воздухе (летучие токсины).

Установлено, что алкалоиды и кумарины сильно подавляют прорастание семян, фенольные токсины — рост проростков, горчичные масла крестоцветных растений — прорастание семян и жизнедеятельность микроорганизмов, таннины - мощные ингибиторы нитрификации в почвах и т. д. Ингибиторы могут накапливаться в почвах и разрушаться.

Механизмы действия ингибиторов направлены на угнетение деления клеток, подавление роста, затруднение поглощения организмами макро- и микроэлементов, на угнетение фотосинтеза, подавление дыхания, степень раскрытия устьичных щелей, на подавление синтеза белка, изменение проницаемости мембран, на ингибирование специфических ферментов (целлюлазы, каталазы, протеазы, инвертазы, пероксидазы, полифенолоксидазы, фосфатазы, уреазы и др.), повышение чувствительности растений к определенным болезням.

ПРОЯВЛЕНИЕ АЛЛЕЛОПАТИИ В ПРИРОДНОЙ ОБСТАНОВКЕ, В ЗЕМЛЕДЕЛИИ И САДОВОДСТВЕ

Аллелопатия оказывает большое влияние на смену во времени одних биоценозов другими на определенных территориях земной поверхности в результате воздействия токсинов, вырабатываемых живыми организмами биоценозов. Такая смена биоценозов носит название сукцессия. Сукцессии происходят как в результате изменения условий произрастания растений под воздействием жизнедеятельности организмов, входящих в состав биоценозов, так и под воздействием внешних причин, включая земледельческую деятельность человека. Следовательно, аллелопатия, как и другие взаимоотношения растений, лежит в основе возникновения, развития и смены растительных ассоциаций. Она играет важную роль в почвообразовательных процессах.

Земледельческая деятельность человека приводит к смене естественных биоценозов определенными агробиоценозами и изменению направления почвообразования в результате применения комплекса агротехнических приемов. Под агробиоценозами складываются новые аллелопатические взаимоотношения между организмами живой фазы почв, формируются новые комплексы аллелопатических соединений. Показательно в этом отношении значительное уменьшение аллелопатического ингибирования азотобактера и нитрифицирующих бактерий после освоения лесных дерново-подзолистых почв под пашню.

Аллелопатическое влияние проявляется как у культурных сельскохозяйственных растений на сорняки (у ржи, льна, нута, гречихи и др.), так и у сорняков на культурные растения. Например, аллелопатическое влияние полыни обыкновенной выражается в снижении всхожести высеянных семян фасоли и в прорастании семян гороха; бодяк в поле угнетает овес, молочай и рыжик льняной — лен, донник — кукурузу и т. д.

Известное в агрономии явление почвоутомления является ярким примером проявления аллелопатии под монокультурами. Сельскохозяйственные растения, произрастая на одном поле длительное время и выделяя в почву токсины, сами себя уничтожают, даже если в почве имеется достаточный запас элементов питания и она не заражена патогенными микроорганизмами и другими вредителями. Корневые выделения пшеницы отрицательно влияют на корни пшеницы; корневые выделения овса действуют на овес, льна — на лен, клевера — на клевер. Утомление почвы наблюдается также при возделывании гороха, огурца, люцерны, свеклы и других культурных растений. Это явление встречается также у плодовых деревьев и кустарников.

Наблюдается химическое взаимодействие семян сорных и культурных растений при прорастании.

С содержанием в семенах сорняков антимикробных веществ аллелопатической природы наряду с другими причинами связано сохранение семян в почве от гибели в течение многих лет до их прорастания. Для культурных растений очень важно, чтобы семена не всходили в предуборочный и послеуборочный периоды. Это тоже проявление аллелопатии. Например, у сорго этому благоприятствует высокое содержание в семенах таннинов. Таннины способствуют также устойчивости растений к заражению. Следует отметить, что вещества, подавляющие жизнедеятельность как патогенных, так и непатогенных микроорганизмов, найдены у сотен видов растений.

Необходимо учитывать аллелопатическое влияние разлагающихся пожнивных остатков на культурные растения, особенно при проведении мульчирующей обработки почв. Ингибирующее влияние мульчи складывается из действия токсинов, содержащихся в растительном материале мульчи, и токсинов, вырабатываемых микроорганизмами, разлагающими органическую массу мульчи. По данным Н. А. Красильникова, от 5 до 15 % из 1500 культур актиномицетов подавляли рост высших растений, то же наблюдается у трети из 300 изученных им культур неспорообразующих бактерий и у 20—30 % спорообразующих бактерий.

Аллелопатическое взаимовлияние отмечено и у садовых культур. Грецкий орех выделяет токсин, повреждающий и даже убивающий яблони. Значительной аллелопатической активностью обладают барбарис, конский каштан, роза, сирень, калина, пихта. Токсины этих растений ингибируют соседние растения и накапливаются в почве. Проявляется аллелопатическое взаимодействие подвоя и привоя при окулировке и прививках у садовых культур. В результате изменяются рост растений, их устойчивость к болезням, сроки созревания плодов, их размер, окраска и качество. Очень важно с точки зрения аллелопатии проведение мероприятий по реплантации садов.

Выращивание картофеля в междурядьях молодых яблоневых садов может привести к накоплению в почве токсинов, вредящих яблоням. При этом снижается содержание азота в корнях и ветвях и изменяется состав белков в коре яблонь, нарушается процесс фотосинтеза.

Аллелопатия играет значительную роль и в лесном хозяйстве. Имеется много видов древесных растений, оказывающих аллелопатическое воздействие на другие виды древесных растений или иногда на растения того же вида.

Аллелопатия наблюдается не только между растениями и микроорганизмами. Например, некоторые грибы являются несъедобными для человека в результате содержания в них токсичных соединений. Известны ядовитые травы, не поедаемые травоядными животными, и т. д. Все это проявления аллелопатии.

Среди живых организмов в результате выделения ими химических веществ кроме отрицательного взаимовлияния наблюдается также положительное. Поэтому некоторые исследователи (Г. Молиш и др.) предлагают явление аллелопатии понимать более широко, а не только как ингибирующее влияние биохимически активных соединений.

АГРОНОМИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, СНИЖАЮЩИЕ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ НА КУЛЬТУРНЫЕ РАСТЕНИЯ

Многие агроприемы для целей земледелия еще предстоит разработать. Однако важность проведения ряда мероприятий, снижающих аллелопатическое проявление живой фазы почв, не вызывает сомнений. Вот некоторые из них.

1. Возделывание сельскохозяйственных культур только в условиях севооборота.

2. Отказ от длительного бессменного возделывания сельскохозяйственной культуры на одном поле.

3. Борьба с сорной растительностью.

4. Тщательный подбор растений для смешанных посевов и посадок.

5. Регулирование травостоя естественных лугов и пастбищ.

6. Внесение в почву адсорбентов, снижающих содержание в почве подвижных токсичных веществ.

7. Известкование кислых почв для нейтрализации многих органических кислот аллелопатической природы.

8. Правильный подбор овощных культур (сельдерей при соседстве с цветной капустой предохраняет ее от налета капустной белянки; морковь и лук защищают друг друга от поражения морковной и луковой мухой и т. д.).

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое аллелопатия?

2. Какие различают группы ингибиторов аллелопати-ческого взаимовлияния растений и микроорганизмов?

3. Назовите основные химические вещества аллелопатической природы и направления механизма их действия.

4. Приведите примеры аллелопатического взаимовлияния растений и микроорганизмов в естественных условиях, в земледелии, в садоводстве.

5. Какие вы знаете пути снижения аллелопатических воздействий в земледельческой практике?

**СРСП № 14**

**Тема:** Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

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

Процессами окисления называют:

присоединение кислорода;

отдачу водорода

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 (rН2), рассчитанную по формуле;

количественные показатели содержания в почве суммы восстановленных продуктов или отдельных их компонентов (Fe2+, Mn2+, H2S 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 анаэробиозе и господстве восстановительных процессов Eh может достигать отрицательных значений (-100 мВ).

Величина rН2 = 27 характеризует рубеж перехода от окислительного состояния к восстановительному (и наоборот). При величине rН2 > 27 в почве преобладают окислительные процессы, а показатель rН2 < 27 свидетельствует о нарастании восстановительных условий. При интенсивном развитии восстановительных процессов rН2 снижается до 20 и менее. Характеристика ОВ-состояния почвы по показателям rН2 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 обусловливает 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 (микрозонах); 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 годичном 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, N2O, N2). 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 H2S, Мn2+, 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 анаэробиозиса (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 достигают 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 Eh.

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, запашка сиде-ратов).

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.

**СРСП № 15**

**Тема:** Агрономические мероприятия снижающие аллелопатическое влияние на культурные растения.

Аллелопатия - это взаимное влияние растений через изменение среды в результате выделения в нее продуктов жизнедеятельности (летучих или растворенных в стекающей с листьев или омывающей корни воде веществ). Иногда аллелопатия определяют только как вредное влияние одних растений на другие, но в более широком понимании аллелопатия - как отрицательное, так и положительное взаимодействие растений друг с другом путём выделения химических веществ. Ю.А.Злобин к разряду положительных взаимоотношений между растениями относит:

- влияние бобовых на другие виды, не способные к обогащению почвы азотом;

- биотическую трансформацию местообитаний (т.е. все формы проявления влияния растений в соответствии с моделью благоприятствования;

- облегчение перекрестного опыления у растений, агрегированных в группы; передачу внутри клонов ЭМП от развитых растений к молодым, расположенным у периферии.

Значимость положительных взаимоотношений между компонентами растительного сообщества тем выше, чем сильнее их нарушения, так как в процессе восстановления сообщества уровень конкуренции невысок и могут проявляться как эффекты «нянь», так и преимущества «коллективного» восстановления ризосфер.

Аллелопатическое взаимодействие растений (также их взаимное влияние) друг на друга можно подразделить на химическое и физическое. Под физическим взаимодействием подразумевается создание определённого микроклимата, когда более высокие растения создают частичное затенение и повышенную влажность для растений нижнего яруса. В такой защите нуждаются, например, салат и шпинат, которые не любят сильного перегрева на солнце.

Химическое взаимодействие сводится к тому, что надземные части растений могут выделять пахучие вещества, отпугивающие вредителей, а корневые системы выделяют различные органические вещества, среди которых есть витамины, сахара, органические кислоты, ферменты, гормоны, фенольные соединения. Что касается фенольных соединений, то те, что связаны с аллелопатией, называются колинами. Их накопление в почве вызывает почвоутомление. Возникает оно, когда один и тот же вид растений долго выращивается на одном месте. Проблема решается при соблюдении севооборотов.

Аллелопатия, как и другие взаимоотношения растений, лежит в основе возникновения, развития и смены растит, группировок, играет важную роль в почвообразовательном процессе. В сообществах бывают взаимно полезные или просто не мешающие друг другу виды. Однако, когда в сообщество попадает «чужое» растение, начинается борьба не на жизнь, а на смерть. Семена его с трудом всходят. Они могут много лет лежать, не прорастая, а потом, дав всходы, погибнуть, так как молодые растения не выдерживают влияния непривычных для них соседей.

Если же чужое для сообщества растение все-таки уцелеет и окрепнет, то оно начнет изменять растительность вокруг себя. Возле него появятся привычные для такого вида соседи. Вскоре здесь образуется небольшой островок нового сообщества. Все разрастаясь, оно в конце концов вытеснит старое сообщество с его собственной территории. Итак, не только отдельные растения взаимодействуют между собой, но и целые растительные сообщества сменяют друг друга, наступают или отступают. Так степь сменяется лесом, который затем снова может стать степью, если изменится климат, и т. д. С переменным успехом побеждают то одни, то другие растения. Этот процесс идет миллионы лет, длится он и теперь среди дикой растительности.

Огромные площади давно уже заняли культурные сообщества — посевы. Развитие их направляется человеком. Тем не менее определенные взаимоотношения растений существуют и здесь. Достаточно вспомнить вред, который приносят посевам сорняки, или, напротив, преимущества совместного выращивания растений в смешанных посевах.

Растения с высокой аллелопатической активностью (например, пырей, ясень, лох) легко внедряются в сообщества, подавляя другие виды, но вызывают при этом почвоутомление и не могут быть доминантами. Роль аллелопатии необходимо учитывать при создании смешанных посевов и посадок при обосновании севооборотов (чтобы избежать почвоутомления). Аллелопатические взаимодействия могут быть существенны между интродуцированными растениями и растениями местной флоры. Например, эвкалипты, завезенные на Кавказ из Австралии, аллелопатически воздействуют на травянистые растения кавказской флоры, и здесь под их кронами травы не растут; грецкий орех в садах отрицательно влияет на все прочие культуры.

Возможны аллелопатические взаимодействия между корнями растений, в результате чего корни равномерно распределяются в объеме почвы и практически не сталкиваются. Роль сигнала «занято» могут выполнять выделяемые из корней в почву органические кислоты. Очень важно также, что растения могут поглощать выделения других растений. В опытах с мечеными атомами наблюдалось, что усвоенный кукурузой в процессе фотосинтеза углерод уже через несколько часов обнаруживался в соседних бобовых растениях. Это означает, что совместно растущие растения, переплетаясь корнями, имеют общий обмен веществ, питаются и живут как одна сложная система. Путем такого обмена растения влияют друг на друга химически и изменяют свой химический состав.

Например, кукуруза, растущая вместе с бобами, обогащается белком, что очень важно для кормления сельскохозяйственных животных. Иногда эти изменения химических свойств бывают и нежелательными. Так, культурные растения могут снизить свои качества, если они поглотят какие-то ядовитые вещества, выделенные другими растениями. Как показывают многочисленные исследования, физиологически активные вещества встречаются в выделениях каждого растения. По качеству эти вещества различны, к тому же у одного растения их больше, у другого — меньше. Таким образом, каждое растение в течение своей жизни создает вокруг себя химическую защиту.

Вещества, выделяемые деревьями, привлекают определенные виды растений, которые находят себе защиту под их сенью. Для других подобные выделения — сильный яд, и они не могут расти в этом месте. Мы хорошо знаем, например, запах соснового бора, дубового леса, луга, степи. Было замечено, что летучие и водорастворимые органические вещества, выделяемые растениями леса, вредны для произрастания степных растений. В свою очередь древесные растения, отчасти из-за веществ, выделяемых степными растениями, отчасти из-за засухи, не в состоянии проникнуть в степь и т. д.

Взаимодействуя между собой растения перехватывают друг у друга пищу, воду, свет, но и в этом случае химические выделения дают одним видам преимущества над другими. Вода и питательные вещества, которые растения поглощают корнями из почвы, всегда смешаны с корневыми выделениями соседних растений. Эти выделения могут ускорять или замедлять физиологические процессы.

Так действуют, например, выделения тополя на посеянный рядом овес. Ближайшие растения совершенно угнетены, на краю гибели; немного дальше — растения выше, еще дальше — достигают нормальной величины, вслед за ними идет полоса, где растения стимулированы — они выше, зеленее, чем на остальном поле. Такое явление часто наблюдается по краям лесополос из дуба, тополя, ивы, лоха — их выделения угнетают рост не только овса, но и подсолнечника, кукурузы, свеклы, фасоли, сои, древесных саженцев и т. д.

Особенно большое количество веществ-тормозителей выделяется сорняками. Так, например, пырей выделяет чрезвычайно ядовитый для растений агропирен, а горькая полынь — множество различных соединений (абсинтин, артеметин и др.). Грецкий орех выделяет листьями вещество юглон, которое, смываясь каплями росы и дождя, угнетает все, что всходит под этим деревом. Однако небольшое количество веществ-тормозителей полезно для растений — усиливает их рост, повышает накопление хлорофилла и интенсивность фотосинтеза и т. д. Все это в целом положительно сказывается на урожайности.

Следовательно, регулируя количество этих веществ в почве, можно достичь значительного повышения урожайности. Регулировать содержание тормозителей в почве не так сложно. Для того чтобы тормозителей было больше, надо высевать растения, которые выделяют их много, или вносить в почву органические остатки. А если мы хотим уменьшить количество тормозителей, то для этого следует усилить микробиологические процессы - провести рыхление почвы, внести удобрения и др. Так, изучение химического взаимодействия — аллелопатии, раскрывая перед человеком законы жизни растительных сообществ, помогает управлять ими, дает возможность получать высокие и устойчивые урожаи на полях и на пастбищах.

﻿Многие агроприемы для целей земледелия еще предстоит разработать. Однако важность проведения ряда мероприятий, снижающих аллелопатическое проявление живой фазы почв, не вызывает сомнений. Вот некоторые из них.

1. Возделывание сельскохозяйственных культур только в условиях севооборота.

2. Отказ от длительного бессменного возделывания сельскохозяйственной культуры на одном поле.

3. Борьба с сорной растительностью.

4. Тщательный подбор растений для смешанных посевов и посадок.

5. Регулирование травостоя естественных лугов и пастбищ.

6. Внесение в почву адсорбентов, снижающих содержание в почве подвижных токсичных веществ.

7. Известкование кислых почв для нейтрализации многих органических кислот аллелопатической природы.

8. Правильный подбор овощных культур (сельдерей при соседстве с цветной капустой предохраняет ее от налета капустной белянки; морковь и лук защищают друг друга от поражения морковной и луковой мухой и т. д.).

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое аллелопатия?

2. Какие различают группы ингибиторов аллелопати-ческого взаимовлияния растений и микроорганизмов?

3. Приведите примеры аллелопатического взаимовлияния растений и микроорганизмов в естественных условиях, в земледелии, в садоводстве.

4. Какие вы знаете пути снижения аллелопатических воздействий в земледельческой практике?

**СРСП № 16**

**Тема:** Подзолистые почвы таежно-лесной зоны.

Подзолистые почвы наиболее распространены в среднетаежной и северотаежной подзонах, встречаются также в южнотаежной подзоне. Образование их профиля связано с развитием подзолистого, элювиально-глеевого процессов и лессиважа.

СТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ И ГЕНЕЗИС

Название «подзолистые почвы» происходит от народного слова «подзол», что отражает окраску находящегося под лесной подстилкой подзолистого слоя, по виду напоминающего золу. Название это введено в научную литературу В. В. Докучаевым. Подзолистые почвы разделяют на два подзональных подтипа: подзолистые и глеево-подзолистые.

Профиль подзолистых почв имеет следующее строение (рис. 12): сверху лесная подстилка (Ао) мощностью 2-10 см, под ней прослойка слаборазвитого гумусового слоя с грубым гумусом 1-Зсм (AoA1) или слой 3-5 см (A1A2), прокрашенный гумусом фульватного типа, ниже залегают подзолистый горизонт (А2), переходный горизонт от подзолистого к иллювиальному (А2В), затем иллювиальные (В1; В2), далее переходный горизонт (ВС) в материнскую породу (С). Мощность профиля подзолистых почв 100— 160 см.

Подтип глеево-подзолистых почв, в основном приуроченный к северотаежной подзоне, внешне отличается от подзолистых почв прежде всего меньшей мощностью профиля, наличием оглеенности в горизонтах А2 и А2В в виде сизоватых и буроватых пятен, а также присутствием мелких Fe–Мn-конкреций.

Подзолистый процесс — главный почвообразовательный процесс, под воздействием которого образовались подзолистые почвы. В результате его проявления происходят разрушение в верхней части профиля почвы первичных и вторичных минералов и вынос продуктов разрушения в нижележащие горизонты и грунтовые воды.

Наряду с оподзоливанием генезис подзолистых почв связан с лессиважем. Лессивирование — сложный процесс, включающий механическое проиливание, комплекс физико-химических явлений, вызывающих диспергирование глинистых частиц и перемещение их с нисходящим током почвенных растворов под защитой подвижных органических веществ, комплексирование и вынос железа (Мельникова, Ковеня, 1974). Процесс лессивирования более активно протекает под лиственными лесами при участии менее кислого гумуса и подвижных органических веществ, при слабокислой и близкой к нейтральной реакции. Так как передвижение ила по трещинам и крупным порам без его разрушения наблюдается во многих почвах, то лессиваж нельзя считать специфическим процессом для формирования профиля только подзолистых почв.

В образовании глеево-подзолистых и подзолистых почв принимает участие элювиально-глеевый процесс. Его характеристика приводится в главе «Болотные почвы».

Кроме указанных процессов почвообразования во всех почвенных зонах, в том числе и подзонах таежно-лесной зоны, проявляется дерновый процесс. Наиболее существенной его особенностью является накопление гумуса, питательных для растений веществ и создание в верхнем горизонте почвы водопрочной зернистой и комковатой структуры. Учитывая эту его характеристику, следует отметить, что подтипы подзолистых и глеево-подзолистых почв имеют весьма ограниченные признаки дернового процесса в виде слаборазвитого гумусового слоя (с грубым гумусом или гумусом фульватного типа) мощностью 1-5 см.

Земледельческое использование подзолистых почв существенно нарушает природное почвообразование, так как при распашке земель устраняется влияние на почвообразовательные процессы древесной растительности, лесной подстилки, напочвенного мохового и лишайникового покровов; в результате внесения органических и минеральных удобрений изменяется содержание гумуса и питательных элементов; известкование устраняет повышенную кислотность, возрастает биологическая активность почв; при проведении осушительных мероприятий улучшается водно-воздушный режим и т.д. Однако недостаток тепла, а в северотаежной подзоне и света остается мощным ограничивающим полевое земледелие космическим фактором.

КЛАССИФИКАЦИЯ

Наиболее распространены следующие роды подтипа подзолистых почв: обычные — почвы на суглинистых породах с хорошо выраженными подтиповыми признаками; остаточно-карбонатные — сформировались в карбонатных породах, карбонаты выщелочены в нижнюю часть профиля; контактно-глееватые — формируются на двучленных породах; иллювиально-железистые – развиваются на песчаных породах с накоплением в иллювиальном горизонте несиликатных форм железа; иллювиалъно-гумусовые — образуются на песчаных породах; верхняя часть иллювиального горизонта коричневатого, темно-коричневого, а иногда черного цвета от органо-минеральных соединений; слабодифференцированные — почвы на сухих рыхлых песках со слабовыраженными подтиповыми признаками.

Разделение целинных подзолистых почв на виды проводят по глубине нижней границы подзолистого горизонта от нижней границы лесной подстилки (глубина подзолистых языков и карманов не учитывается): поверхностно-подзолистые — до 5 см, мелкоподзолистые — 5-20 см, неглубокоподзолистые — 20-30 см, глубокоподзолистые — более 30 см. Выделяют также подзолы — подзолистые почвы, у которых сплошной подзолистый горизонт особенно ярко выражен, мучнистый, белесый.

Диагностика подтипа подзолистых почв, используемых в земледелии, принципиально не отличается от диагностики обрабатываемых дерново-подзолистых почв.

СОСТАВ И СВОЙСТВА

Гранулометрический и минералогический составы. Профиль подзолистых суглинистых почв, сформировавшийся под преобладающим влиянием подзолистого процесса, отчетливо дифференцирован по содержанию ила. Подзолистый горизонт обеднен илом, а в иллювиальном горизонте его содержится наибольшее количество, которое очень медленно убывает к материнской породе (см. рис. 12). В почвах, сформировавшихся на песчаных породах, элювиальный и иллювиальный горизонты выделяются довольно резко. В подзолистых почвах преобладают первичные минералы вследствие более слабо затронутой выветриванием твердой фазы почвы и материнской породы из-за холодного климата, пониженной биологической активности почв и других условий. Глинные минералы представлены в основном гидрослюдами, монтмориллонитом и вермикулитом.

Физические и водно-физичес к ие свойства. Они зависят от гранулометрического состава и интенсивности подзолистого процесса. Сформировавшийся иллювиальный горизонт — более тяжелый по гранулометрическому составу и плотный, с пониженной водопроницаемостью по сравнению с элювиальным горизонтом А2. В связи с этим в подзолистом горизонте наблюдается образование верховодки.

Химический состав. Закономерности изменения по профилю валового химического состава те же, что и ила, за исключением кремния. В результате подзолистого процесса количество SiO2 в элювиальном (А2) горизонте возросло. Гумуса в маломощном (2-3 см) гумусовом слое содержится немного (от 1 - 1,5 до 2 - 4 %) при фульватном его качественном составе. Почвы бедны доступными элементами питания растений (см. рис. 12). Из-за высокой кислотности и развития восстановительных процессов, особенно в глеево-подзолистых почвах, наблюдается повышенное содержание в почвенных растворах алюминия, закисного железа и марганца часто в количествах, токсичных для сельскохозяйственных растений.

Физико-химические свойства. В почвах кислотность высокая, емкость катионного обмена, степень насыщенности основаниями и буферность низкие (см. рис. 12). Вниз по профилю почв кислотность уменьшается, катионная емкость и степень насыщенности основаниями возрастают.

ПОЧВЕННЫЕ РЕЖИМЫ

Промывной тип водного режима под лесными массивами таежно-лесной зоны при освоении территории под пашню обычно сменяется периодически промывным, так как устраняется влияние лесной подстилки, обладающей высокой водопроницаемостью. Кроме того, кроны деревьев в лесу уменьшают интенсивность поступления дождевой влаги на поверхность почвы, и она лучше впитывается; более медленное таяние снега в лесу способствует лучшему впитыванию почвой талой воды. На пашне же большое количество воды не успевает фильтроваться через почву во время дождей и снеготаяния, стекает по склонам в виде делювиальных потоков, вызывая водную эрозию почв и пород.

Температурный режим пахотных почв благоприятнее, чем почв под лесом. На пашне каждый генетический горизонт почв в летнее время года прогревается лучше и имеет температуру, как правило, на 4—7 ˚С выше, что создает лучшие условия для биологических, химических и других процессов в пахотных почвах.

Режим окислительно-восстановительных процессов в лесных и пахотных почвах значительно отличается. Под лесом в весеннее время вследствие поверхностного переувлажнения почвы в условиях положительных температур в лесной подстилке и горизонте A1 (иногда и в А2) развиваются восстановительные процессы; величина Red—Ox-потенциала при этом опускается ниже 27 единиц гН2; образуются закисные соединения железа и марганца; процессы сопровождаются нисходящими токами почвенных растворов. На пашне же, за исключением почв на пониженных элементах рельефа, этого не наблюдается.

Рассматривая режим гумуса, необходимо отметить, что при распашке целинных лесных почв и их использовании в земледелии можно довольно быстро повлиять на изменение процентного содержания гумуса в результате внесения повышенных доз органических удобрений, но качественный состав гумуса (соотношение ) изменяется в лучшую сторону медленно.

В целинных почвах процесс нитрификации и активность свободноживущих бактерий — азотфиксаторов подавлены. Они заметно активизируются при освоении почв под пашню и окультуривании. Тем не менее в дерново-подзолистых почвах продолжает преобладать аммонийная форма азота.

При освоении почв под пашню и окультуривании в них по сравнению с лесными почвами возрастает содержание фосфатов I и II групп по Чирикову, количество обменного калия и подвижного фосфора — по Кирсанову, а степень подвижности фосфора — по Карпинскому — Замятиной.

При распашке лесных земель и их окультуривании изменяется режим физико-химических процессов, снижается кислотность почв, возрастают емкость поглощения катионов, сумма обменных оснований и степень насыщенности почв основаниями.

Из приведенных данных по изменению различных режимов при освоении лесных почв под пашню видно, что нарастают признаки дернового почвообразовательного процесса и утрачиваются признаки подзолистого процесса. Это позволяет сделать вывод о том, что на пахотных почвах течение подзолообразовательного процесса затухает или прекращается.

БОЛОТНО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ

Болотно-подзолистые почвы относятся к полугидроморфным. Это внутризональные почвы, распространенные во всех подзонах таежио-лесной зоны. Формируются под заболоченными лесами или влажными суходольными лугами в условиях временного поверхностного и грунтового переувлажнения мягкими водами. Иногда встречаются в лесостепи. Общая их площадь около 88 млн га.

Генезис и классификация. Образование болотно-подзолистых почв связано с сочетанием подзолистого, дернового процессов, торфообразования и оглеения. В северной и средней тайге их профиль обычно формируется под воздействием оподзоливания, торфообразования и оглеения, в южной тайге в большинстве случаев — дернового процесса, оподзоливания и оглеения.

В связи с различным сочетанием конкретных процессов почвообразования верхняя часть профиля болотно-подзолистых почв может быть представлена торфяным горизонтом, или дерновым, или перегнойным. Во всех случаях эти горизонты книзу сменяются системой генетических горизонтов, типичной для подзолистых и дерново-подзолистых почв (А2, А2В и т. д.).

Однако в отличие от автоморфных подзолистых и дерново-подзолистых почв минеральные грунты болотно-подзолистых почв всегда имеют признаки проявления глеевого процесса в виде сизых и ржавых пятен (глееватые виды) или интенсивной сизовато-голубоватой окраски с ржаво-охристыми пятнами в оглеенном горизонте (глеевые виды). При поверхностном переувлажнении оглеение охватывает верхнюю часть профиля (A1g — A2g — А2Вg — В1g— В2 — С), а при грунтовом — нижнюю (А — А2 — А2В — B1 — B2g — Cg). При смешанном переувлажнении (одновременно поверхностными и грунтовыми водами) признаки оглеения имеет весь профиль.

В зависимости от условий переувлажнения (поверхностными или грунтовыми водами) и особенностей формирующегося верхнего горизонта (торфянистый, дерновый или перегнойный) тип болотных почв разделяется на шесть подтипов.

Подтипы болотно-подзолистых почв

При поверхностном переувлажнении

Торфянисто-подзолистые поверхностно-оглеенные

Дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные

Перегнойно-подзолистые поверхностно-оглеенные

При грунтовом переувлажнении

Торфянисто-подзолистые грунтово-оглеенные

Дерново-подзолистые грунтово-оглеенные

Перегнойно-подзолистые грунтово-оглеенные

Основные роды болотно-подзолистых почв: обычные, иллювиально-гумусовые, иллювиально-железистые, оруденелые, контактно-глеево-подзолистые, со вторым гумусовым горизонтом. Родовые диагностические признаки аналогичны соответствующим родам подзолистых и дерново-подзолистых почв. Деление на виды проводят по мощности торфянистого горизонта (подстилочные — Ао <10 см, торфянистые — Ат 10—20 см, торфяные —Ат 20— 30 см), по глубине оподзоливания (аналогично подзолистым) и по степени выраженности и положению в профиле оглеенных горизонтов (поверхностно-глееватые и поверхностно-глеевые, грунтово-глееватые и грунтово-глеевые, по профилю — глееватые и профильно-глеевые).

Состав и свойства. Болотно-подзолистые почвы близки к почвам подзолистого и дерново-подзолистого подтипов, характеризуются фульватным составом гумуса, элювиально-иллювиальным перераспределением R203 и ила, остаточным накоплением Si02 в верхней части профиля (A1g и A2g), кислой и сильно-кислой реакцией, ненасыщенностью основаниями. Отличаются от подзолистых и дерново-подзолистых почв следующими особенностями: повышенным содержанием гумуса в дерновом (2-10 %) и перегнойном (до 20-30 %) горизонтах, постоянным или систематическим появлением в верхних горизонтах токсичных форм Mn2+, Fe2+, Al3+, специфическим ОВ-режимом с чередованием фаз анаэробиозиса и аэробиозиса, неблагоприятным водно-воздушным режимом, для которого характерно периодическое избыточное увлажнение почвенного профиля. Отмеченные особенности определяют неблагоприятный их питательный режим и в целом низкие агрономические качества. В естественном состоянии это малопродуктивные почвы.

Сельскохозяйственное использование. Торфянисто- и торфяно-подзолистые оглеенные почвы обычно заняты заболоченными лесными угодьями. Их освоение связано с большими затратами и экономически нецелесообразно. Когда небольшие пятна таких почв, залегающие по микропонижениям среди подзолистых и дерново-подзолистых почв, вовлекают в распашку, то для выравнивания плодородия всего пахотного поля требуются отвод избытка влаги с пятен этих почв, рыхление подпахотного слоя, внесение повышенных доз органических удобрений для активизации процессов минерализации торфа, известкование повышенными дозами.

Дерново-подзолистые и перегнойно-подзолистые поверхностно- и грунтово-оглеенные почвы составляют значительные площади почв сенокосно-пастбищных угодий и вовлекаются в пашню. Эта группа почв представляет основной мелиоративный фонд среди минеральных заболоченных почв таежно-лесной зоны. В естественном состоянии продуктивность их низкая в связи с отмеченными неблагоприятными агрономическими качествами. Поэтому они требуют, особенно при вовлечении в пашню, улучшения их свойств прежде всего путем агротехнических и мелиоративных приемов по устранению избыточного увлажнения.

Выбор направления использования этих почв и приемов улучшения их водно-воздушного режима основывается на учете степени их оглеенности.

Глеевые сильно заболоченные почвы (поверхностно-глеевые и грунтово-глеевые) характеризуются резко неблагоприятным водным режимом, угнетающим развитие культурных растений или приводящим к их гибели. К этой группе следует отнести также гле-еватые почвы на тяжелых породах. На таких почвах во влажные и средние по увлажнению годы наблюдается вымочка всех культур. Улучшение почв данной группы должно основываться на их мелиорации с устройством закрытого дренажа.

На глееватых почвах (поверхностно- и грунтово-глееватые) сельскохозяйственные культуры неодинаково реагируют на увлажнение в разные по влажности годы. Целесообразность осушительных мероприятий (строительство дренажа) на таких почвах должна определяться составом культур, т. е. конкретным севооборотом. При его высоком насыщении озимой пшеницей, льном, картофелем окупаемость дренажа происходит в относительно короткие сроки, так как эти культуры весьма чувствительны к избыточному увлажнению.

При включении в севооборот многолетних трав (не менее 25 %), овса, занятого пара (однолетних силосных культур) срок окупаемости дренажа возрастает в 4-5 раз, и в этом случае строительство его нерентабельно. Улучшение водно-воздушного режима должно осуществляться агротехническими приемами (отвод избытка влаги по временным бороздам, планировка и землевание, почвоуглубление, создание мощного пахотного слоя и др.).

Низкое исходное плодородие болотно-подзолистых почв требует непременного осуществления комплекса приемов его повышения: применение органических и минеральных удобрений, известкование и др. При этом следует иметь в виду, что улучшение воздушного режима и дренажа способствует повышенной минерализации органического вещества, увеличению выноса Са и Mg и других элементов. Поэтому особое внимание должно быть уделено осуществлению мероприятий по регулированию гумусового состояния, реакции почвы и ее питательного режима.

МЕРЗЛОТНО-ТАЕЖНЫЕ ПОЧВЫ

На больших пространствах северной и средней тайги Средней и Восточной Сибири распространены мерзлотно-таежные почвы. Их площадь около 200 млн га. Они формируются под лиственничными кустарничковыми или мохово-кустарничковыми лесами в условиях многолетней (вечной) мерзлоты, резко континентального климата с длительным и глубоким промерзанием почв до постоянно мерзлых пород. В летнее время оттаивает небольшой по мощности («активный») слой, в котором и образуется почвенный профиль.

Превращение растительных остатков в связи с холодностью профиля протекает медленно и приводит главным образом к поверхностному накоплению кислого грубого гумуса и водорастворимых органических веществ — фульвокислот и неспецифических органических соединений. Под их воздействием происходит трансформация почвенных минералов с образованием несиликатных форм полутораоксидов. Мерзлота ослабляет нисходящий ток воды, препятствуя миграции подвижных продуктов почвообразования и формированию элювиальных горизонтов. Подзолообразовательный процесс в этих условиях не развивается. И только при образовании почв на легких породах формируются подзолистые, преимущественно иллювиально-железистые почвы.

Образование грубого гумуса в виде оторфованных горизонтов, обогащение профиля подвижными формами органического вещества и накопление несиликатного железа — главные черты процесса превращения растительных остатков и взаимодействия органических веществ с минеральной частью почвы. Существенной особенностью суглинистых и глинистых мерзлотно-таежных почв являются процессы перемещения почвенной массы под влиянием криогенных (мерзлотных) явлений. Они проявляются в форме образования трещин, заполняемых материалом верхних горизонтов, в перемешивании и выпирании на поверхность минеральной массы профиля под воздействием сдавливания при промерзании и в других формах. Поэтому профиль мерзлотно-таежных почв обычно имеет отчетливые следы таких нарушений. Для многих мерзлотно-таежных почв характерно оглеение. Мерзлотно-таежные почвы представляют собой группу типов, систематика которых разработана недостаточно.

Выделяют мерзлотно-таежные глеевые и мерзлотно-таежные неглеевые почвы. Мерзлотно-таежные почвы характеризуются низкой биологической активностью, обычно кислой реакцией, неблагоприятным температурным и питательным режимами и в целом низким плодородием. При их освоении необходимо вносить высокие дозы удобрений, а на кислых почвах проводить известкование. В сельскохозяйственное использование в этих регионах вовлекаются преимущественно аллювиальные, а из автоморфных — почвы более легкого гранулометрического состава.

Особую группу в Восточной Сибири (главным образом в Центральной Якутии) составляют палевые почвы. Они развиваются на суглинистых лёссовидных породах, часто карбонатных, имеют хорошо выраженный гумусовый профиль (30—50 см с содержанием гумуса около 3 %), близкую к нейтральной реакцию. Эту группу почв широко используют в земледелии.

СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Для почвенного покрова главных земледельческих регионов зоны характерна мелкоконтурность с широким участием комбинаций автоморфных почв и почв разной степени гидроморфности, а также эродированных почв на пахотных угодьях с расчлененным рельефом.

На территориях с выраженным микрорельефом выделяются пятнистости (с почвами разной степени оподзоленности) и комплексы (автоморфные почвы с полугидроморфными).

Влияние мезорельефа обусловливает контрастные сочетания дерново-подзолистых почв разной степени оподзоленности и эродированности с полугидроморфными глееватыми почвами понижений и намытыми почвами. На повышенных участках встречаются неконтрастные вариации дерново-подзолистых почв разной степени оподзоленности, а также этих почв с дерново-подзолистыми поверхностно-глееватыми и дерново-подзолистыми почвами со вторым гумусовым горизонтом. На низинных участках господствуют контрастные сочетания дерново-глеевых, болотно-подзолистых и болотных почв. Здесь также встречаются и неконтрастные сочетания дерново-глеевых и глееватых почв с иловато-перегнойно-глеевыми.

На территориях с покровными суглинками в местах выхода карбонатных пород на повышенных элементах рельефа сформировались дерново-карбонатные почвы, которые с дерново-подзолистыми почвами образуют мозаики.

В южнотаежной подзоне при проведении землеустроительных работ и обозначении границ полей севооборотов структура почвенного покрова учитывалась недостаточно. Агрономически несовместимые структуры почвенного покрова, требующие проведения различных агромероприятий, как правило, не должны включаться в состав одного поля.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

В таежно-лесной зоне имеются большие возможности для эффективного ведения животноводства и земледелия, особенно в южнотаежной подзоне. Отечественный и зарубежный опыт подтверждает, что в условиях зоны можно иметь высокопродуктивные стада крупного рогатого скота, успешно заниматься овцеводством, свиноводством, птицеводством и звероводством. В южнотаежной подзоне есть все необходимые условия для получения высоких урожаев основных сельскохозяйственных культур ранних и среднеспелых сортов; природные условия южнотаежной подзоны позволяют успешно заниматься садоводством. Зона богата природными целебными травами; в лесных массивах много грибов и ягод.

Основные площади пахотных земель зоны представлены дерново-подзолистыми почвами. Несмотря на продолжительное время использования этих почв в земледелии, общая их окультуренность остается низкой. Показателем окультуренности почв является среднегодовая многолетняя урожайность зерновых культур. На слабоокультуренных почвах она обычно не превышает 1,5-1,8 т/га зерна, на среднеокультуренных – чаще в пределах 2,5-3,0, а на сильноокультуренных – 4,0-5,0 т/га и более.

Для всех регионов зоны разработаны научные системы земледелия. В них обосновано проведение следующих основных важнейших агромероприятий: применение органических и минеральных удобрений, известкование кислых почв, борьба с водной эрозией, правильная обработка почв, возделывание многолетних трав, создание глубокого окультуренного пахотного слоя, борьба с избыточным увлажнением на переувлажняемых территориях, очистка почвы от камней. Максимальный эффект от этих мероприятий достигается в условиях научно обоснованных севооборотов.

В систему обязательных агромероприятий для получения высоких урожаев должны входить не только мероприятия по повышению плодородия, но и использование семян высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, включенных в государственный реестр культур, рекомендованных для регионов зоны, борьба с болезнями и вредителями растений, своевременное и качественное выполнение полевых работ и т. д. Только осуществление комплекса указанных агромероприятий обеспечит успех.

Применение органических и минеральных удобрений. В результате освоения целинных лесных дерново-подзолистых почв под пашню нарушаются природный процесс синтеза органического вещества живыми организмами, его дальнейшая трансформация при отмирании и гумусообразование. Определяющая роль гумуса в плодородии хорошо известна, поэтому чрезвычайно важно проводить мероприятия по его сохранению и накоплению в пахотных почвах. Поддержание установившегося природного процентного содержания гумуса осуществляют применением органических удобрений (навоза, торфа, различных компостов и т.д.) в дозах для дерново-подзолистых почв в среднем ежегодно не менее 10 т/га (внесение 70-80 т/га один раз в пару в 7-8-польном зерновом севообороте).

Недостаток этих удобрений можно восполнить использованием соломы, запахиванием сидеральных культур (зеленое удобрение) и других растительных материалов. Для постепенного повышения содержания гумуса в почвах дозы органических удобрений необходимо увеличивать. Фактически же во многих регионах зоны в почву в среднем за год вносят около 5 т/га органических удобрений. Если это происходит на фоне активного развития плоскостной водной эрозии, то содержание гумуса за 15-20 лет может уменьшиться в дерново-подзолистых суглинистых почвах на 0,3-0,4 абсолютных процента (при общем содержании гумуса в Ап 2-3 %). Обеспечение бездефицитного и положительного баланса гумуса благоприятно влияет на почвенные процессы, эффективность других агромероприятий.

Почвы таежно-лесной зоны бедны доступными для сельскохозяйственных растений питательными элементами, поэтому использование минеральных удобрений является высокоэффективным приемом. На удобренных почвах урожай сельскохозяйственных культур увеличивается в 2-3 раза и более по сравнению с урожаями на неудобренных почвах. Правильный расчет доз минеральных удобрений (NPK) позволяет получать планируемый урожай сельскохозяйственных культур высокого качества. В современном земледелии предусматривают также применение микроудобрений. Создание нормального режима питательных для растений веществ способствует их лучшей перезимовке, сопротивляемости болезням, поражению вредителями и т. д.

При недостатке минеральных удобрений их можно вносить локально; это позволяет при снижении дозы их наполовину получать почти такой же урожай, как от полной дозы. Наиболее распространенным методом локального внесения удобрений является посев сельскохозяйственных культур комбинированными сеялками. При этом используют обычно сложные удобрения – аммофос, диаммофос, нитроаммофос и др. Рациональным приемом повышения эффективности минеральных удобрений являются подкормки пропашных, овощных культур, озимых хлебов, многолетних трав. Подкормки дают дополнительно 0,2-0,3 т/га зерна озимых хлебов, до 3,0 т/га клубней картофеля, 1,0-1,2 т/га сена многолетних трав.

Контрольные вопросы и задания

1. Охарактеризуйте условия почвообразования на территории таежно-лесной зоны.

2. Как классифицируют подзолистые и дерново-подзолистые почвы?

3. Охарактеризуйте состав и свойства подзолистых и дерново-подзолистых почв. В чем их близость и различия?

4. Расскажите о почвенных режимах целинных подзолистых и дерново-подзолистых почв. 5. Как изменяются режимы в почвах при освоении лесных почв под пашню и земледельческом использовании?

 СРСП №20

 Тема: Условия определения развития эрозии

Вред сельскому хозяйству от эрозии огpoмен. По подсчетам С. С. Соболева (1961), ежегодныепотери почвенной массы в бывш. СССР в результате смыва с полей талыми и дождевыми водами составляли 535 млн т. Ветровая эрозия нередко приводит к полной гибели культурных растений на больших площадях в результате выдувания пахотного слоя, засыпания посевов.

(Водная и ветровая эрозии проявляются во всех почвенных зонах. При этом наибольшее распространение водная эрозия получила в подзоне дерново-подзолистых почв, в зоне серых лесных почв, в Черноземной зоне и в зоне каштановых почв, а также в горных областях. В некоторых регионах Нечерноземной зоны водной эрозией охвачено более 75 % площади пахотных земель. Ветровая эрозия чаще развивается в южных, степных зонах, в засушливых областях, особенно в полупустынях и пустынях).

В результате эрозии происходит ухудшение плодородия почв или полное уничтожение почвы. При этом ухудшаются химический состав, свойства и режимы почв: снижается содержание и запас гумуса, ухудшается его качество, снижаются запасы элементов питания и содержание их подвижных форм, ухудшаются физические и биологические свойства.

Урожайность сельскохозяйственных культур на слабосмытых почвах снижается на 10-30%, на среднесмытых - на 30-50, на слабосмытых - на 50-70 %.

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.

На усиление ветровой эрозии наибольшее влияние оказывают низкое годовое количество осадков, неравномерное их распределение в течение года, высокие температуры воздуха, вызывающие иссушение поверхности почвы, повышенная приземная скорость и низкая относительная влажность движушихся воздушных масс ветра.

Р е л ь е ф. 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 1 о, слабосмытые - на склонах крутизной 1-30, среднесмытые - 3-50, сильно с мытые - более 50.

(Исследованиями Почвенного института им. В. В. Докучаева установлено, что при уменьшении крутизны склона вдвое смыв почвы уменьшается почти в 3 раза).

На южных и западных склонах водная эрозия протекает активнее, чем на склонах других экспозиций при одинаковой их крутизне. Зто объясняется различной скоростью снеготаяния и тем, что южные и западные склоны получают больше солнечного тепла, следовательно, сильнее пересыхают, а во время дождей почвы на сухих склонах медленнее впитывают воду; основное ее количество стекает в виде поверхностного стока, вызывая эрозию.

Наибольшее развитие водной эрозии наблюдается на выпуклых участках склонов, наименьшее - на вогнутых; прямые склоны повторяют в ослабленной форме картину развития эрозии на выпуклых склонах (Соболев, 1960). Длина склона также влияет на величину водной эрозии. В среднем удвоение длины склона увеличивает общий смыв почвы в 3,03 раза за счёт увеличения скорости стока и массы стекающей воды.

Интенсивность ветровой эрозии проявляется значительнее на равнинных и слегка волнистых территориях, на почвах с более гладкой поверхностью (прикатанных на пашне гладкими катками, без растительного покрова).

Г е о л о г и ч е с к и е у с л о в и я, 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 и способствуют образованию оврагов.

Песчаные породы с высокой водопроницаемостью практически не подвергаются водной эрозии, но весьма склонны к дефляции. Моренные суглинки более устойчивы к смыву и размыву, чем покровные. Эрозионно податливыми являются двучленные породы, сложенные сверху маломощными легкими породами, подстилаемыми плотными глинами, песчаниками или сланцами.

Р а с т и т е л ь н ы й п о к ров. 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.

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.

Дефляции легче подвергаются песчаные и супесчаные, бесструктурные суглинистые и глинистые почвы при иссушении их верхнего слоя, разрыхленного вспашкой или находившегося под усиленным выпасом скота.

Хозяйственная деятельность человека. Сегодня масштабы хозяйственной деятельности человека необычайно велики, в связи с этим развитие эрозионных процессов часто определяется не столько природными факторами, сколько факторами социально-экономическими.

Эрозия почв развивается активно, когда не проводят противоэрозионные мероприятия, даже не требующие больших материальных затрат, или в случаях неправильного использования человеком земельных угодий. К ним относятся: вспашка и посев 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. Неправильная разбивка дорог, плохой уход за ними приводят к тому, что неукрепленные кюветы превращаются в овраги.

 СРСП №21

Тема:Экологические функции почвы

Почва (почвенный покров) выполняет многообразные экологические функции. Их можно объединить в три группы. Первая —экологические функции почвы как среды обитания высших растений, микроорганизмов и многочисленной почвенной фауны. Почва для живых организмов является жилищем, источником элементов питания (для многих и воды) и энергии. Эти функции почвы обусловлены ее физическими, физико-химическими свойствами, химическим составом и определяются показателями и параметрами ее состава и свойств. Они подробно были рассмотрены во втором разделе учебника и конкретно охарактеризованы при описании природных зон. Интегральным показателем оценки этой группы экологических функций почвы является уровень ее плодородия. В обобщенном виде данная группа экологических функций представлена в таблице 66.

Вторая группа экологических функций почвы связана с процессами миграции и аккумуляции веществ в сопряженных ландшафтах и отдельных их участках в соответствии с рельефом местности. Эта группа функций, с одной стороны, определяется составом и свойствами конкретной почвы, т. е. первой группой ее экологических функций, а с другой — литолого-геоморфологичес-кими условиями, характеризующими ее как компонент сопряженных ландшафтов.

Для одних условий рельефа (водоразделы, холмы, бугры, увалы и т. п.) характерны элювиальные процессы, т. е. процессы выноса веществ под влиянием нисходящих токов воды, для других (склоновые формы рельефа) наряду с выносом веществ свойственны процессы транспортировки их в виде жидкого и твердого стока и для третьих (речные долины, приозерные котловины, водоемы и т. п.) характерна аккумуляция веществ, приносимых с водораздельных и склоновых территорий. Эта общая закономерность миграции и аккумуляции веществ в ландшафтах определяет понятие геохимического ландшафта — территории, включающей в себя водораздельные участки, склоны и местные депрессии. В пределах такого единого геохимического ландшафта выделяют элементарные геохимические ландшафты (ЭГЛ), т. е. участки с преобладанием определенной качественной направленности процессов миграции и аккумуляции веществ: преобладание выноса (элювиальных процессов), транспортировки (транзита) мигрирующих веществ и господства процессов их аккумуляции.

Различают следующие основные элементарные геохимические ландшафты:

1.Элювиальные ЭГЛ — участки, занимающие повышенное положение, занятые преимущественно зональными почвами; в условиях влажного климата преобладает промывной водный режим. Привнос веществ в почву возможен только за счет атмосферной пыли и осадков, биологического круговорота и антропогенного воздействия (внесение удобрений, мелиорантов, пестицидов и т.д.).

2.Транзитные ЭГЛ— склоновые формы рельефа, для которых характерен перенос (транзит) мигрирующих веществ вместе с внутрипочвенным и поверхностным стоками. Они могут подразделяться на трансэлювиальные ЭГЛ- верхние части склонов, где наряду с транзитом веществ еще отчетливо выражены элювиальные процессы, и трансаккумулятивные ЭГЛ— нижние части склонов, где наблюдается затухание поверхностного и внутрипочвен-ного переносов веществ и проявляется их аккумуляция.

3. Аккумулятивные ЭГЛ— поймы рек, приозерные котловины, долины, водоемы. Здесь аккумулируется большая часть веществ, мигрирующих с водораздельных и склоновых территорий.

Аккумулятивные ландшафты подразделяют на субаквальные (гидроморфные) — поймы, долины, котловины и т. д. и акваль-ные — водоемы.

Принципиальная схема распределения ЭГЛ по мезорельефу представлена на рисунке 21.

На пути миграции вещества могут прекращать свое движение и накапливаться в профиле исходной почвы (почвообразующей породе) или другой почвы сопряженного ландшафта. Такие изменения в превращении веществ при их миграции могут быть обусловлены различными причинами: поглощением живыми организмами, изменением физико-химических условий среды (реакции, ОВ-состояния, сорбционных свойств почвогрунтовой толщи), химического состава пород и растворов, физических условий миграции.

Зоны почвенно-грунтовой толщи, в которых происходит резкое изменение интенсивности миграции веществ и, как следствие, их аккумуляция, называют геохимическими барьерами.

В зависимости от природы явлений, вызывающих аккумуляцию веществ на геохимических барьерах, различают три их типа (по Перельману).

I.         Биологические барьеры, обусловленные поглощением организмами и гумусовыми веществами различных элементов. Яркойформой проявления биогеохимических барьеров является избирательное поглощение биофильных элементов растениями.

II.        Физико-химические барьеры выявляются в зависимости отглавного фактора, обусловливающего аккумуляцию мигрирующихвеществ. Они подразделяются на следующие классы: окислительный, восстановительный, сульфидный и карбонатный, щелочной, кислотный, испарительный, адсорбционный и термодинамический.

Примером аккумуляции веществ на окислительном барьере является формирование железистых и железомарганцевых горизонтов на контактах глеевых вод с водами, обогащенными кислородом, или при их поступлении в хорошо аэрируемые горизонты.

В местах смены кислых вод щелочными (щелочной барьер) происходит накопление помимо Са и Mg многих тяжелых металлов (Ni, Pb, Cd, Zn, Cr и др.).

С испарительным барьером, возникающим на участках сильного испарения почвенно-грунтовых вод, связано осаждение солей многих элементов (Са, Na, Mg, CI, Sr, Zn, Pb и др.).

Адсорбционные барьеры обусловлены появлением на путях миграции участков (горизонтов, слоев), обогащенных веществами с повышенной сорбционной способностью (монтмориллонито-вые глины, торф, глинистые прослойки в песках и т. д.).

Термодинамические барьеры обусловлены возникновением на участках резкого изменения температуры или давления, с которыми тесно связан газовый режим вод. С действием этого барьера связано, в частности, широко распространенное накопление карбонатов кальция при перемещении растворов Са(НС03)2 из холодных слоев в теплые с выпадением при этом СаС03 в результате потери С02.

III. Механические барьеры — обусловлены изменением скорости движения вод (или воздуха), что, в свою очередь, связано с плотностью сложения, пористостью и факторами, их определяющими (гранулометрический состав, структура и др.).

В природных условиях выпадение веществ (элементов) очень часто связано с возникновением на пути движения растворов не одного, а нескольких геохимических барьеров. В этом случае такие комплексные барьеры называют по совокупности совмещающихся барьеров (кислородно-термодинамический, сорбционно-окис-лительный и т. д.).

Третья группа экологических функций почвы (почвенного покрова) объединена в понятие «глобальные (общепланетарные) функции». Почвенный покров тесно взаимосвязан с основными сферами Земли — литосферой, атмосферой, гидросферой и биосферой. При этом он оказывает огромное влияние на их состав, свойства и функционирование. Это влияние и определяет чрезвычайно важные общепланетарные функции почвенного покрова. Они обобщены в таблице 67, из которой видно, как велика роль почвенного покрова в жизни нашей планеты, в поддержании сложившегося равновесия между сферами земного шара, столь необходимого для существования человека и вообще жизни во всех формах ее проявления.

 СРСП №22

Тема:Агроэкологическая характеристика и охрана почв.

В современных условиях сельскохозяйственное использование почвенного покрова должно базироваться на совершенствовании зональных систем земледелия на основе организации адаптивно-ландшафтного земледелии. Последнее считается важнейшей задачей максимально полное (целесообразное) использование каждого участка земли с обеспечением при этом экологического благополучия территории.

Агроэкологическую оценку территории целесообразно проводить два этапа.

Первый - разделение территории по геоморфологическому положению и второй - оценка и группировка ЭАА (Элементарный ареал агроландшафта) в пределах каждой геоморфологической группы.

На первом этапе территорию делят на четыре группы: земли водораздельных пространств, земли производственных территорий, земли присетьевых территорий, пойменные и притеррасные земли.

Такое разделение характеризует различие территории по типу увлажнения особенностям водного режима, уровню возможного гидроморфизма (заболачиванию), геохимическим условиям и возможностям антропогенного загрязнения, по предрасположенности к проявлению эрозии.

На втором этапе проводят дифференциацию земель в пределах каждой из указанных групп на основе комплексной оценки каждого ЭАА и анализа СПП конкретных земельных массивов.

Элементарные агроландшафты по комплексу показателей состава, свойств и режимов почв с учетом особенностей пород, гидрологии характеризуются в агрономическом отношении в соответствии с требованиями основных культур с учетом технологии их возделывания.

В этом случае конкретный участок (ЭАА) оценивают не как отдельную почву или почвенную микро-комбинацию, а как участок земли включающий все компоненты его характеристики, - рельеф, почвы, гидрологию и т. д.

При таком подходе комплексная агроэкологическая характеристика ЭАА включает его оценку по следующим параметрам: по проложению в рельефе, что позволяет оценить условия увлажнения и миграции веществ, проявление эрозии, условия применения средств механизации и т.д.; по литологии - составу и свойствам почвообразующих пород, что характеризует условия фильтрации и аккумуляции влаги, возможность образования верховодки, миграцию веществ и т.д.; по геохимическим условиям, т. е. по принадлежности участка к различным ЭГЛ (элементарный геологический ландшафт), что позволяет оценить ЭАА с точки зрения проявления процессов миграции и аккумуляции веществ и предвидеть возможности возникновения антропогенного загрязнения отдельных участков; по свойствам почв.

Детальная агрономическая характеристика ЭАА по свойствам почв складывается из оценки следующих показателей: строение профиля, гранулометрического состава, степени окультуренности.

**Охрана почв**

Исключительная роль почвы в развитии жизни на Земле, в обеспечении человека необходимой продукцией и другими средствами существования, в выполнении ею важнейших экологических функций определяет необходимость охраны почв. Эта задача обуславливается также ограниченностью почвенного ресурсов, возобновление которых невозможно или сопряжено с большими затратами.

Основные потери продуктивности земель и их плодородия связаны с эрозией, вторичным засолением орошаемых почв, затоплением и подтоплением при создании водохранилищ, нарушением растительности и почв в связи с разработкой ископаемых, отчуждением земель под строительство населенных пунктов, промышленных предприятий, дорог и т. д., а так же в связи с загрязнением различными вредными веществами.

Снижение почвенного плодородия связанно так же с переуплотнением почв тяжелыми машинами и орудиями, потерей гумуса и утратой почвами структуры.

Эрозия наносит наибольший урон почвенному покрову. Предупреждение развития эрозионных процессов, причин, их вызывающие, и конкретные меры по борьбе с эрозией составляют важнейшее звено охраны почв.

Вторичное засоление приводит к снижению производительности почв (образованию вторично-солончаковатых почв) или к полному исключению из активного сельскохозяйственного использования (образование вторичных солончаков).

Загрязнение почв. Ежегодно на поверхность почв поступает огромное количество различных веществ из атмосферы (в том числе вредных продуктов промышленных выбросов), при внесении пестицидов и балластных веществ с удобрениями. Почвенный покров является приемником большинства химических веществ, вовлекаемых в биосферу. Благодаря своим свойствам почва также - главный аккумулятор, сорбент и разрушитель токсикантов. В этом проявляется одна из важных экологических функций почвы. Вместе с тем загрязнение почвенной среды нарушает и ослабевает экологические функции почвы. Поэтому возникает проблема загрязнения почв и необходимость его предотвращения и ликвидации последствий.

Различают следующие виды техногенного загрязнения почв: минеральные техногенные выбросы, поступление токсичных органических и металлоорганических соединений, поступление радиоактивных веществ.

Минеральные техногенные выбросы преимущественно возникают в результате сжигания топлива и аэрозольных отходов промышленности. Отрицательные последствия техногенного загрязнения связанны с ухудшением свойств почв, с поступлением токсических элементов в растения, а затем в организм животных и человека. Попадание таких веществ в организм человека с продуктами питания вызывает тяжелые заболевания.

 **Рекомендуемый перечень тем самостоятельной работы студента.**

1. Почва как основное средство производства сельского хозяйства. История развития почвоведения.
2. Гранулометрический состав почвы и почвообразующих пород. Влияние их на агрономические свойства почвы.
3. Влияние гранулометрического состава на водный, воздушный и тепловой режимы почв.
4. Средние показатели химических элементов, распространённых в почве.
5. Состав и количество органических остатков в почве. Влияние растительных остатков на образование гумуса.
6. Состав почвенного гумуса. Генезис почв и роль гумуса в плодородии.
7. Почвенный разрез. Его строение и морфологические признаки почвы.
8. Насыщенные и ненасыщенные основанием почвы. Реакция почвы, регулирование кислой и щелочной реакций почв.
9. Кислотность и щелочность основных типов почв, ее образование, виды и агрономическое значение.
10. Состав обменных катионов основных типов почв. Окислительно-восстановительные свойства почвы.
11. Виды структуры почвы и его основные показатели (форма, размер, водопрочность, порозность).
12. Агрономическое значение структуры почвы.
13. Зависимость структуры почвы от гранулометрического состава, содержание гумуса, влажности и состава обменных катионов и обработки почв.
14. Характеристика общих физических свойств почв (удельная масса, объемная масса, порозность), влияние их на плодородие почвы, пути улучшения.
15. Влияние плотности, общей порозности и аэрации на плодородие почвы и рост и развитие сельскохозяйственных культур.
16. Физико-механические свойства почвы и ее связь с механическим составом, структурой, содержанием гумуса, влажностью и насыщенностью основаниями почвы.
17. Виды воды в почве.
18. Определение видов воды в почве и виды влажности.
19. Почвенный воздух и его состав и динамика. Значение почвенного воздуха и аэрации на почвообразовательный процесс, рост и развитие растений и микроорганизмов.
20. Биологические и физико-химические свойства почвы
21. Почвенный раствор. Влияние почвенного раствора на плодородие почвы и питание растений.
22. Тепловые свойства почвы.
23. Влияние тепла на биологические и физико-химические процессы в почве.

**Основная литература:**

1. Хабаров А.В «Почвоведение» М.:-2001

1. Ковриго В.П, Кауричев И.С, Бурлакова Л.М «Почвоведение»
2. Кауричев И.С. «Почвоведение»
3. Саттыбаева З.Д. «Почвоведение с основами геологии». Учебное пособие

**Дополнительная литература:**

1. Панова Н.П. «Плодородие почв и пути его повышения» М.: «Колос»,

 1983.

2. БерестецкийО.А. «Биологические основы плодородия почвы» М.:

 «Колос» 1984.

3. Каштанов А. «Основные направления исследований и практической работы по совершенствованию зональных почвозащитных полос» М.: «Колос»1983

4. Роде А.А., Смирнов В.Н. М: «Высшая школа»; 1982 Почвоведение

5. Ремезов Н.П., Макаров В.Т. Почвоведение с Основами земледелия.

6. Саттыбаева З.Д. Автореферат диссертации на соискание к.с/х. наук. Пути повышения плодородия черноземов обыкновенных и продуктивност культур зернопарового севооборота в горносопочной зоне Северного Казахстана

7. Тюрин И.В.М; Наука Органическое вещество почвы и его роль в плодородии

8. Юмгулова А.И. Алма-Ата; Кайнар; 1986 Плодородие почв и пути его регулирования.

9. Кауричев И.С: Панов Н.П.: Стратонович М.В.: Фокин А. Д. Почвоведение, 1989, ВО Агропромиздат

10. Кауричев И.С, Практикум по почвоведению: М.: Колос:1980.

1. Ковриго В. П., Кауричев И.С, Бурлаков Л.М.: Почвоведению с основами геологии: М.: Колос:2000.
2. Ковды В.А., Разанова Б.Г. «Почвоведению. Почва и

почвообразование» - М: Высшая школа:1998.