

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.12 Агробиология

**Направление подготовки (специальность) 06.03.01 «Биология»**

**Профиль образовательной программы Биоэкология**

**Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1</b> Введение. Агробиология как наука.	
<b>1.2 Лекция № 2</b> Агроэкосистемы. Отличия природных экосистем от агроэкосистем. Классификация и особенности функционирования агроэкосистем.	
<b>1.3 Лекция № 3</b> Почва как важнейший компонент агроэкосистем. Факторы почвообразования.	
<b>1.4 Лекция № 4</b> Способы, приемы и системы обработки почвы. Экологические подходы к обработке почвы.	
<b>1.5 Лекция № 5</b> Почвенно-биотический комплекс как основа агроэкосистем.	
<b>1.6 Лекция № 6</b> Растения и животные в агроландшафте, их влияние на продуктивность агробиоценозов.	
<b>1.7 Лекция № 7</b> Биогеоценотическая деятельность микробного комплекса.	
<b>1.8 Лекция № 8</b> Удобрения, их значение для роста и развития с/х культур. Особенности безопасного применения удобрений.	
<b>1.9 Лекция № 9</b> Влияние средств химизации на экосистемы. Биологическое земледелие и охрана ландшафтов.	
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>29-32</b>
<b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1</b> Типология и классификация земель с/х назначения. С/х классификация растений.	
<b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2</b> Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных культур по их биологическим требованиям к условиям произрастания.	
<b>2.3 Лабораторная работа № ЛР- 3</b> Экологические характеристики почв. Физический, механический и биологический состав почв.	
<b>2.4 Лабораторная работа № ЛР- 4</b> Оценка влагообеспеченности территорий. Расчет урожайности по влагообеспеченности. Виды засухи.	
<b>2.5 Лабораторная работа № ЛР- 5</b> Классификация сорных растений. Характеристика биологических групп сорных растений.	
<b>2.6 Лабораторная работа № ЛР- 6</b> Почва как среда обитания простейших и беспозвоночных животных.	
<b>2.7 Лабораторная работа № ЛР- 7</b> Азотфиксирующие, нитрифицирующие и аммонифицирующие группы микроорганизмов.	
<b>2.8 Лабораторная работа № ЛР- 8</b> Классификация удобрений. Определение видов удобрений по качественным реакциям	
<b>3. Методические указания по проведению практических занятий.....</b>	<b>32</b>
<b>4. Методические указания по проведению семинарских занятий.....</b>	<b>32</b>

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### **1. 1 Лекция № 1 (2 часа).**

Тема: Введение. Агробиология как наука.

#### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Цели и задачи агробиологии.
2. История формирования агробиологии как науки.
- 3 Типы, структура и функции агроэкосистем.

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Цели и задачи агробиологии.

В отличии от остальных отраслей народного хозяйства сельскохозяйственное производство в наибольшей степени и непосредственно взаимосвязано с природной средой. Природные ресурсы и условия здесь являются не только средствами и предметами труда, но специфическими основными фондами, способствующими воспроизводству условий самого производства. Земля выступает в жизнедеятельности человека главным средством производства, а также пространственным базисом для размещения отраслей сельского хозяйства. При этом сама технология производства вносит изменения в природную среду в отличии от других отраслей, которые побочно влияют на природную среду. Кроме того именно сельскохозяйственное производство является поставщиком продуктов питания от которых напрямую зависит здоровье людей.

От экологической грамотности специалистов зависят защита окружающей среды от прямого загрязнения и разрушения. Принципиально важно придать экологическую направленность сельскохозяйственным технологиям с учетом дальнейшего развития научно-технического прогресса.

Цель дисциплины агроэкология - научить экологическому предвидению специалистов биоэкологов, научить их увязывать вопросы развития производства с природоохранными задачами, донести до их сознания необходимость соблюдения принципов природосообразности.

Задачей дисциплины является изучение природно-ресурсного потенциала с/х производства.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

-все виды загрязнения и разрушения окружающей среды в результате ведения с/х производства

-состояние агросистем в условиях техногенеза

-пути и возможности производства экологически безопасных продуктов питания в условиях интенсификации с/х производства

-ознакомиться с проблемами почвенно-биотического комплекса, сохранения разнообразия живого, оптимизацией ландшафта сельскохозяйственных районов. С основами экологического прогнозирования агроэкосистем.

После изучения дисциплины студент должен уметь:

-планировать и организовывать природоохранную работу на предприятиях агропромышленного комплекса

-осуществлять эколого-экономический контроль природопользования

-проводить экспертизу проектов и хозяйственных начинаний на высоком профессиональном уровне с учетом потребностей научно-технического прогресса

-просчитывать энерго- и ресурсоемкость систем производства продукции сельского хозяйства

-обеспечивать возможность производства качественной, экологически безопасной биологической продукции

Изучение агроэкологии основано на таких базовых дисциплинах как ботаника, физиология растений, химия, биология и таких как экология, мониторинг окружающей среды, геофизика и геохимия, микробиология.

Все основополагающие моменты агроэкологии базируются на определениях и понятиях общей экологии, но в отличии от общей экологии агроэкология имеет большую производственную направленность и практическое значение.

## 2. История формирования агробиологии как науки.

На протяжении всей жизни человеку на Земле необходимо было питаться. Питание – единственный научно признанный источник получения человеком энергии. И если ранее питание являлось результатом собирательства, которое минимально воздействовало на биосферу, то сейчас имеет место быть производство продуктов питания. «Производство продуктов питания является самым первым условием жизни непосредственных производителей и всякого производства вообще...» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т.25. Ч. II. С. 184-185). Земледелие – одна из древнейших отраслей сельскохозяйственного производства и производственной деятельности вообще. С переходом к земледелию и скотоводству человек начал менять и разрушать целые сообщества. И если раньше, при небольшой численности населения планеты и при подсечно-огневом земледелии, при котором участок леса выжигали, снимали несколько урожаев и забрасывали, вред, наносимый человеком, не приводил в целом к изменениям планетарного масштаба, то за последние сто лет при резком увеличении численности населения Земли и резком возрастании промышленного производства, производства энергии и продуктов сельского хозяйства, человечество стало оказывать заметное влияние на функционирование всей биосферы. Потоки вещества и энергии, вызываемые деятельностью человека (и в частности сельскохозяйственной деятельностью), стали составлять заметную долю от общей величины биогенного круговорота. При этом наблюдаются следующие негативные тенденции:

1. Превышение потребления ресурсов Земли над темпами их естественного воспроизводства, истощение природных богатств.

2. Загрязнение биосфера отходами, побочными продуктами производства и быта, вызывающее деформацию экологических систем, нарушение глобального круговорота веществ и создающее угрозу для человека в целом.

Причиной этих тенденций в огромной степени является и сельское хозяйство, в том числе его неотъемлемая составляющая – земледелие.

Что же представляет собой современная сельскохозяйственная отрасль? Прежде чем ответить на этот вопрос, рассмотрим некоторые статистические данные. Общая площадь континентов, - 14,8 млрд. га, из них пахотными землями и многолетними насаждениями занято 1,5 млрд. га, что составляет примерно 11 %. Картина землепользования варьирует в широких пределах по континентам и странам в зависимости от комплекса природных условий и социально-экономической системы государств.

## 3 Типы, структура и функции агроэкосистем.

С одной стороны агроэкосистема это видоизмененная экологическая система, с биотическими и абиотическими факторами естественного происхождения, а с другой стороны ключевым словом является «измененная».

В процессе формирования, развития и эксплуатации агроэкосистемных образований принципиально важно учитывать естественные почвенные, климатические, трудовые ресурсы и создать условия их воспроизведения. На основании этого можно выделить три базовых типа агроэкосистем:

природоемкий

природоохраный

природоулучшающий

Природоемкие системы характеризуются неполным воспроизводством естественного плодородия, что приводит к падению его уровня. А также большими энергетическими затратами на производство единицы продукции. Для природоохранного типа агроэкосистем - характерны простое воспроизводство естественного плодородия и, как следствие, сохранение его уровня, энергетические затраты обоснованы.

Природоулучшающий тип направлен на расширенное воспроизводство и повышение уровня естественного плодородия, экономические затраты направлены на сохранение качества окружающей природной среды, а не только на получение прибыли. В последнее время доминирует, к сожалению природоемкий тип.

Земельный фонд России — один из крупнейших в мире и насчитывает 1710 млн га.. Почти половину территории покрывают леса и древесно-кустарниковые насаждения — 46 %. Пятая часть страны занята оленями пастбищами. На урбанизированные территории, где расположены города, поселки, дороги и пр., приходится всего 1% территории.

#### Распределение и структура земельного фонда России (млн га)

Вид земельных угодий (площадь в % к общей площади )

Сельскохозяйственные угодья 222,0 13

— в том числе пашня 130,2 8

Леса и древесно-кустарниковые насаждения 785,5 46

Болота 107,6 6

Под водой 72,0 4

Под постройками, дорогами, улицами 12,5 1

Олены пастбища 328,1 19

Нарушенные земли 1,1 0,1

Прочие земли 180,9 11

ВСЕГО 1709,8100

Основные изменения в структуре землепользования происходят в результате расширения хозяйственной деятельности растущего населения Земли, роста числа городов и других населенных пунктов. Ежегодно происходит потеря земельных угодий, что составляет от 5 – 6 до 8 – 9 млн га. Их восполнение в основном происходит за счет вырубки лесов и распашки естественных сенокосно-пастищных угодий. По различным оценкам, потребность в территории, обеспечивающей поддержание жизни одного человека, в среднем составляют 1,75 – 2 га, в том числе 1,2 га пастищ и сенокосов, 0,46 га сельскохозяйственных полей (для питания), кроме того человек нуждается в жилых и производственных помещениях, инфраструктуре (дороги, линии электропередач, связи). Основным средством производства в с/х является почва, при этом сильно измененная по своим свойствам. Изменения в почве происходят благодаря мероприятиям, проводимым по отношению к почве с целью получения сельхозпродукции. Суть современного земледелия выражается следующими мероприятиями:

- механическая обработка почвы (как правило, глубокая), на которую расходуется 35-40% всех энергетических и 25-30% трудовых затрат;
- севооборот;
- удобрение почвы (как правило, преобладает использование минеральных удобрений);
- защита растений от вредителей и болезней (как правило, с помощью химических средств защиты);
- борьба с сорными растениями;
- мелиоративные мероприятия;
- семеноводство.

### 1. 2 Лекция № 2 ( 2 часа).

Тема: Агроэкосистемы. Отличия природных экосистем от агроэкосистем.  
Классификация и особенности функционирования агроэкосистем

#### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Понятие агроэкосистемы.
2. Отличительные особенности функционирования природных экосистем и агроэкосистем.
3. Структурные единицы агроэкосистемы.

4. Типы агроэкосистем.
5. Экологическая оценка агроэкосистем.

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов.**

1. Понятие агроэкосистемы.

В свете современных представлений **агроэкосистемы (агробиогеоценозы) – вторичные, измененные человеком биогеоценозы, ставшие значительными элементарными единицами биосфера**. Их основу составляют искусственно созданные, как правило обедненные видами живых организмов биотические сообщества. Эти сообщества формируют и регулируют люди для получения сельскохозяйственной продукции.

Агроэкосистемы имеют определенные сходства и различия с естественными экосистемами. Сложность сопоставлений естественной и искусственной растительности определяется относительным характером отличий. Среди агрофитоценозов есть более сложно организованные сообщества, например посевы многолетних трав, а среди естественных есть более простые луговые сообщества, которые собраны в сообщество в большей степени за счет условий среды.

2. Отличительные особенности функционирования природных экосистем и агроэкосистем.

Первое отличие между естественными и искусственными экосистемами состоит в разном направлении отбора. Второе отличие. Естественные экосистемы используют единственный источник энергии – солнце. Агроценозы получают наряду с солнечной энергией дополнительное количество энергии, которое вносит в них человек, контролируя видовой состав растений, их урожайность, обеспечивая защиту культивируемых растений от вредителей и неблагоприятных климатических условий. Третье отличие. Разнообразие экологического состава фитоценоза обеспечивает устойчивость производственного процесса при колебании погодных условий в различные годы. Четвертое отличие. Наличие широкого спектра растений с различными фенологическими ритмами позволяет фитоценозу как целостной системе осуществлять производственный процесс в течение всего вегетационного периода непрерывно, наиболее полно и экономно расходуя ресурсы тепла, влаги питательных элементов.

Пятое отличие, это разница в степени скомпенсированности круговорота внутри экосистемы. Шестое отличие. *Природные экосистемы являются системами авторегуляторными, а агроценозы – управляемыми человеком.*

3. Структурные единицы агроэкосистемы.

Агроландшафт – экосистема, сформировавшаяся в результате антропогенного преобразования ландшафта. Сельскохозяйственная экологическая система в состав которой входит понятие агробиоценоза – вторичные, измененные человеком биоценозы или экосистема на уровне хозяйства.

Фермерский биогеоценоз – конюшня, коровник, свинарник, кошара, птичник, зоопарк. Приведенная структуризация отражает многоплановость взаимодействия человека с окружающей природной средой в процессе с\х производства.

4. Типы агроэкосистем.

Базисом для создания любой агроэкосистемы является почва - сосредоточие процессов видоизменения веществ и трансформация потоков энергии, главное звено управления агроэкосистемами. В зависимости от энергетических особенностей различных природных зон планеты выделяют 5 глобальных типов агроэкосистем: тропического типа; субтропического типа; умеренного типа; арктического типа.

5. Экологическая оценка агроэкосистем.

В оценке состояние природной среды в агроэкосистеме можно выделить медико-географические, экологические, социальные и экономические критерии. Многие ученые полагают, что в качестве универсального критерия оценки можно рассматривать

состояние здоровья человека. Выделяют пять групп показателей здоровья населения, характеризующих влияние на него факторов окружающей среды:

- санитарно-демографические
- заболеваемости
- инвалидности
- физического развития организма
- функционального состояния организма

### **1.3 Лекция № 3 ( 2 часа).**

Тема: Почва как важнейший компонент агроэкосистем. Факторы почвообразования

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Роль почвы в природе и жизни человека
- 2 Плодородие почв.
- 3 Почвообразование, его факторы и этапы.

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Роль почвы в природе и жизни человека.

Каркасом для всеобщей жизни служит поверхность планеты: камни и их мелкий отсев – песок и глина. Растения и живность приспособливают этот верхний слой для себя – придают ему продуктивную структуру, состав и свойства, оптимально помогающие им процветать и плодиться, используя энергию солнца, атмосферу с ее газами и влагой, органику и минералы. Вот все это вместе – растения, животные и микробы, процветающие в созданном для себя доме – это и есть почва. Жизнь – явление коллективное. Все уживаются друг с другом. Создается сложная и очень устойчивая экосистема, биоценоз.

Почва – просто нижняя часть биоценоза, наиболее населенная и живая, что нужно подчеркнуть особо. И она фантастически прожорлива. До 80% производимой биоценозом органики, или 80% всей солнечной энергии, запасенной растениями, неизменно достается почве. Это значит, что при других условиях она деградирует. Такой ее создали миллиарды лет эволюции. Один этот факт проясняет очень многое! За тысячи лет видовой состав биоценоза и качества почвы становятся оптимальными и устойчивыми. Явление почвы движется во времени, достигая своего оптимума. В каждом месте и климате создаются разные живые сообщества. Но все почвы предельно продуктивны для обитающей на них жизни – это их общее и главное качество. Это их смысл. И это единственная причина их существования». И далее: «Все живое процветает благодаря почве, но и сама почва – продукт этого процветания. Растения живут благодаря почве, и одновременно являются ее создателями. Так же и живность, и микробы: почва их заботливый дом, но этот дом – продукт их жизни. Будь нормальной средой для других – и другие будут нормальной средой для тебя. В этом смысл экосистемы. Помоги себе, помогая партнеру, - смысл симбиоза и партнерства. Все обитатели и элементы почвы прямо или косвенно связаны. Отними что-то – и все развалится. Отними микробов – и самому приходится подавлять патогенов, разлагать органику, доставлять растениям азот и минералы. Отними структуру – и нет воздуха, воды, хиреют корни, дохнут микробы, уходит живность. Отними органику – и нет ни живности, ни микробов, ни влагоемкости, ни пористости. Отними растения и живность – и нет органики, нет структуры, нет ничего, кроме глины и песка. Почва без живой экосистемы – уже не почва, а просто инертный материал. Он уже не сопротивляется ветру, солнцу и воде, удобрениям и химикатам. Не поддерживает жизнь. Происходит опустынивание. Почва – это, прежде всего, экосистема, устойчиво поддерживающая жизнь».

Рассмотрим теперь вышеприведенное емкое и образное описание почвы более подробно. Прежде всего, следует отметить, что почва – это продукт совместного воздействия климата, растительности, животных и микроорганизмов на поверхностные слои горных пород. В этой сложнейшей системе непрерывно происходит множество

процессов, в том числе: синтез и разрушение органического вещества, круговорот элементов зольного и азотного питания растений, детоксикация различных загрязняющих веществ, поступающих в почву, и т. д.

## 2. Плодородие почв.

Эти процессы возможны благодаря уникальному строению почвы, которое представляет собой систему из взаимосвязанных составляющих: твердой, жидкой, газообразной и живой. К примеру: воздушный режим почвы тесно связан с ее влажностью. Успешное развитие растений возможно при условии оптимального сочетания этих факторов. Растения, продуцируя большую биомассу, поставляют больше пищевого и энергетического материала для населяющих почву живых организмов, что, в свою очередь, улучшает их жизнедеятельность и способствует обогащению почвы питательными веществами и биологически активными соединениями. Твердая составляющая почвы, в которой в основном сосредоточены источники питательных и энергетических веществ (гумус, органо-минеральные коллоиды, катионы Ca, Mg на поверхности почвенных частиц), взаимосвязана с почвенно-биотическим комплексом (ПБК). Таким образом, все составляющие представляют собой единое целое.

## 3 Почвообразование, его факторы и этапы.

Конечно, агроэкосистемы отличаются от природных тем, что нарушается круговорот веществ, основной целью ставится не стабильность экосистемы как в природе, а добыча пищевых ресурсов. В обрабатываемой почве функции почвенных организмов сводятся к поддержанию оптимального питательного режима, необходимого нам для высокого урожая. В интенсивном земледелии почвенная биота определяет так называемое эффективное плодородие и у меня сразу возникает вопрос :*как вы думаете, чем можно измерять «биологическую активность почвы».*

Начальный этап изменений или первичный почвообразовательный процесс – это совокупность явлений , происходящих в верхней корочке плотной массивной ГП, изменившейся под влиянием физического и химического выветривания, или в поверхностном слое рыхлой осадочной обломочной ГП под влиянием простейших организмов. Первыми поселенцами на ГП были бактерии и синезеленые водоросли. Затем появились диатомовые водоросли и грибная микрофлора. Поверхность ГП приобрела буроватый оттенок под влиянием органических соединений, выделяемых простейшими организмами при жизни, а также после отмирания и перегнивания. Часть оргсоединений вступала в реакцию с минеральными вещ-ми.

Постепенно улучшались условия минерального питания живых организмов. Изменение физического состояния ГП способствовало улучшению обеспечения водой живых организмов. Таким образом создались условия для поселения лишайников и мхов, а далее и высших растений.

В настоящее время первичный почвообразовательный процесс можно наблюдать в горных областях на голых скалах.

Второй этап изменений ГП – дальнейшее выветривание ГП с образованием рыхлых осадочных пород и накоплением в них органического вещества; формирование почвенных признаков в результате почвообразовательных процессов; неоднократное переотложение преобразованных пород ветром, морем, реками, ледниками, ледниковыми, талыми и дождовыми водами с образованием новых рыхлых пород.

Завершающий этап – образование современных почв и их качественного признака – плодородия. Почвообразовательный процесс – совокупность явлений образования, изменения и передвижения веществ и энергии, протекающих в верхнем слое материнской породы, превращающейся в почву (определение по А.А.Роде). Агентами ПП являются растения, организмы и продукты их жизнедеятельности, вода, кислород, углекислый газ,

которые действуют неодинаково в различных природных зонах, что и приводит к образованию почв типичных только для конкретной природной зоны.

#### **1.4 Лекция № 4 ( 2 часа).**

Тема: Способы, приемы и системы обработки почвы. Экологические подходы к обработке почвы.

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Основная и поверхностная обработка.
2. С/х орудия для обработки, их экологическая оценка.
3. Система обработки почвы в зависимости от почв и видов севооборотов.

##### **1.4.2 Краткое содержание вопросов.**

1. Основная и поверхностная обработка.

Способ механической обработки почвы. Различают следующие способы. Безотвальный – возд-ие раб.органами на почву без изменения расположения генетических горизонтов и дифференциации обрабатываемого слоя по плод-ию в вертик. направ-ии с целью рыхл. или уплотн. почвы, подрезания подземных и сохранения надземных органов раст-й на поверхн. почвы. Отвальный - воздействие раб.органами на почву с полным или частичным обрач-ем обраб-ого слоя с целью изменения местоположения разнокачественных слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с усиленным рыхлением и перемешиванием почвы, подрезанием подземных и заделкой надземных органов растений и удобрений в почву. Роторный - воздействие на почву вращающимися рабочими органами с целью устранения дифференциации обрабатываемого слоя по сложению и плодородию активным крошением и тщательным перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений с образованием гомогенного (однородного) слоя почвы. Комбинированные способы - различные сочетания по горизонтам и слоям почвы, а также срокам осуществления безотвального, отвального и роторного способов обработки. Приемы механической обработки почвы. В зависимости от глубины обработки почвы выделены 4 группы приемов: поверхностной, обычной (средней), глубокой и сверхглубокой обработки почвы.

2. С/х орудия для обработки, их экологическая оценка.

Каждое фермерское хозяйство имеет разные потребности, и в некоторых случаях орудия традиционной почвообработки могут быть лучшим решением. Наши машины данного типа отвечают самым высоким требованиям и имеют ряд инновационных свойств, что повышает их конкурентоспособность.

3. Система обработки почвы в зависимости от почв и видов севооборотов.

Основа любой системы земледелия-севооборот. Оценку и роль его в современном земледелии проводят по таким критериям: биологизация земледелия, регулирование режима органического вещества почвы и элементов питания, поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы, регулирования водного баланса агроценозов, предотвращение эрозии и дефляции, регулирование фитосанитарного состояния посевов и почвы. При интенсификации земледелия усиливаются экологическая и биологическая оценка роли органического вещества почвы и влияния конкретных агроприемов на биологизацию почвы. Разработка и освоение почвозащитного земледелия должны включать все разнообразие организаций ландшафтов, специальных севооборотов, выбора оптимальной системы обработки почвы в широком диапазоне- от вспашки до нулевой обработки через множество вариантов безотвальных, плоскорезных, минимальных , отвальных обработок и их комбинаций.

## **1. 5 Лекция № 5 ( 2 часа).**

Тема: Почвенно-биотический комплекс как основа агроэкосистем.

### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Почвенно-биотический комплекс как целостная материально-энергетическая подсистема.
2. Значение групп животных в формировании почв.
- 3 Биогеоценотическая деятельность микробного комплекса.

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Почвенно-биотический комплекс как целостная материально-энергетическая подсистема.

Прежде всего, следует отметить, что почва – это продукт совместного воздействия климата, растительности, животных и микроорганизмов на поверхностные слои горных пород. В этой сложнейшей системе непрерывно происходит множество процессов, в том числе: синтез и разрушение органического вещества, круговорот элементов зольного и азотного питания растений, детоксикация различных загрязняющих веществ, поступающих в почву, и т. д.

Эти процессы возможны благодаря уникальному строению почвы, которое представляет собой систему из взаимосвязанных составляющих: твердой, жидкой, гаообразной и живой. К примеру: воздушный режим почвы тесно связан с ее влажностью. Успешное развитие растений возможно при условии оптимального сочетания этих факторов. Растения, продуцируя большую биомассу, поставляют больше пищевого и энергетического материала для населяющих почву живых организмов, что, в свою очередь, улучшает их жизнедеятельность и способствует обогащению почвы питательными веществами и биологически активными соединениями. Твердая составляющая почвы, в которой в основном сосредоточены источники питательных и энергетических веществ (гумус, органо-минеральные коллоиды, катионы Ca, Mg на поверхности почвенных частиц), взаимосвязана с почвенно-биотическим комплексом (ПБК). Таким образом, все составляющие представляют собой единое целое.

Важнейшим компонентом почвы является «живой» компонент, а именно, - почвенно-биотический комплекс (ПБК). Без живых организмов нет и не может быть почвы. От их деятельности зависят характер и интенсивность биологического круговорота веществ, масштабность и интенсивность фиксации основного биогенного элемента – атмосферного азота, способность почвы к самоочищению и многое другое.

ПБК представляет собой разнообразные организмы. По данным некоторых экологов (Б.Гржимек), в слое глубиной 30 см, на одном квадратном метре европейской тайги обитают:

- до 2 кг бактерий, актиномицетов и грибов;
- до 100 г инфузорий и прочих простейших;
- до 50 г нематод, клещей, ногохвосток и коловраток;
- до 100 г моллюсков, мокриц, пауков, многоножек и насекомых;
- до 500 г червей и позвоночных.

Например, только дождевых червей на 1 га пашни приходится 250 тыс., на 1 га пастбища – 500 -1575 тыс., на 1 га сенокосных угодий – 2- 5,6 млн (их число возрастает тем более, чем более сохранена естественная структура почвы).

Среди всех животных, которые населяют биосферу, обитатели почвы обладают наибольшей биомассой. В среднем на 1 га приходится 300 кг живых организмов. Деятельность этих организмов состоит в разложении опада на комплексные органические производные (первоначальная функция дождевых червей); эти соединения затем переходят к бактериям, актиномицетам, почвенным грибам, высвобождающим из органических остатков исходные минеральные компоненты, которые опять используются растениями. Все организмы почвы находятся в постоянном взаимодействии; они очень

динамичны в пространстве и во времени; для них характерна высокая чувствительность к малейшим изменениям окружающей среды; некоторые из них обладают необычайно мощным ферментативным аппаратом и способностью выделять в окружающую среду различные вещества. Например, продукты метаболизма микроорганизмов (витамины, аминокислоты, ауксины, антибиотики, ферменты и др.) поступают в растения, играя важную роль в их росте и развитии. От деятельности почвенной биоты зависит плодородие почвы, ее «здоровье», качество сельскохозяйственной продукции, состояние окружающей среды. Установлено защитное действие микроорганизмов почвы, проявляющееся в подавлении фитопатогенных форм бактерий и грибов. Микробиота активно функционирует в основном в верхнем гумусовом слое, где сосредоточен наибольший запас питательных элементов.

## 2. Значение групп животных в формировании почв.

Животный мир представляет собой важную часть биосфера нашей планеты. Вместе с растениями животные играют исключительную роль в миграции химических элементов, лежащей в основе существующих в природе взаимосвязей

Животные, которых насчитывается сегодня, по данным ученых, более 1,8 млн видов, являются потребителями органического вещества, создаваемого растениями из неорганического за счет солнечной энергии. Питаясь растениями и друг другом, животные участвуют в биологической круговороте веществ, а также в круговороте веществ планеты. Отсюда и роль в развитии и жизни природы велика и разнообразна. Один вид животных не способен в любой экосистеме расщепить органическое вещество растений до конечных продуктов. Каждый вид использует лишь часть растений и некоторые содержащиеся в них органические вещества. Непригодные для этого вида растения или еще богатые энергией остатки растений используются другими видами животных. Так, складываются сложные и сложнейшие цепи и сети питания, последовательно извлекающие вещества и энергию из фотосинтезирующих растений. В процессе эволюции виды животных приспособились к наиболее эффективному использованию определенного набора кормовых объектов. Каждый из видов на популяционном уровне приспособлен к тому, что он является кормом для ряда других видов. В сложнейшей взаимосвязанной экосистеме животные как подвижный активный элемент в значительной мере определяют устойчивость этой системы. Находясь в зависимости от растений, животные, в свою очередь, определяют их жизнь, структуру и состав почв, облик ландшафта. Самая разнообразная и многочисленная группа животных (две трети) — насекомые, которые и имеют наибольшее значение в экосистемах. Без насекомых среди растений господствовали бы хвойные, папоротники, мхи и другие голосеменные, так как большинство цветковых растений опыляются насекомыми. Многие птицы, рыбы существуют за счет насекомых. Большая их роль и в формировании почв. Разнообразное значение имеют в экосистемах и другие беспозвоночные. Общеизвестна роль дождевых червей, способствующих аэрации почвы, распределению в ней гумуса, созданию ее структурности. Большое значение имеют земляные клещи, нематоды, мокрицы, многоножки и многие другие, повышающие плодородие почв

В почве происходит разложение, минерализация и гумификация органического вещества. В ней встречаются все стадии разложения животных и растительных остатков: опавшие листья и начинающие гнить листья и корни растений, микроорганизмов. Все это резко расширяет спектр пищевых ресурсов видов и создает возможность одновременного существования в почве животных с различными пищевыми предпочтениями.

Не менее значительным фактором, определяющим видовое богатство почвенной фауны и огромной ее биомассы по сравнению с обитателями других ярусов биогеоценозов, считается то, что животные используют дополнительный резерв белка — из микроорганизмов почвы, а не только от высшей растительности. И здесь не столь важны общие запасы органического вещества, сколько большие ресурсы доступного белка (Д. А. Криволуцкий, А. Д. Покаржевский).

По степени связи с почвой различают три основные группы животных:

- геобионты - проводящие в почве всю жизнь: дождевые черви, некоторые виды многоножек, ногохвосток и др;
- геофилы - у которых какая-то часть цикла развития обязательно проходит в почве: жужелицы, хрущи, комары-долгоножки и др;
- геоксены - случайные обитатели почвы, использующие почву лишь в качестве временного убежища или укрытия: развивающиеся вне почвы пауки, вредная черепашка и др.

Таким образом, широта условий жизни в почве делает ее средой, переходной между водной и наземной. Животные заселили подстилку и минеральные горизонты почвы благодаря специальным адаптациям к различным ее фазам. Расхождение в образе жизни различных размерных групп привело к формированию различных экологических групп -- от физиологически водных до строго наземных. Разнообразие источников пищи также обусловило высокий уровень численности, разнообразие видов и экологических групп. Значение почвы в эволюции животного мира заключается в том, что почва рассматривается как среда, через которую животные могли перейти от водного образа жизни к наземному (М. С. Гиляров).

Основная функция животных организмов в почве -- преобразование органических веществ. В почвообразовании принимают участие как почвенные, так и наземные животные. В почвенной среде животные представлены главным образом беспозвоночными и простейшими. Некоторое значение имеют также позвоночные (например, кроты и др.), постоянно живущие в почве. Почвенные животные делятся на две группы: биофагов, питающихся живыми организмами или тканями животных организмов, и сапрофагов, использующих в пищу органическое вещество. Главную массу почвенных животных составляют сапрофаги (нематоды, дождевые черви и др.). На 1 га почвы приходится более 1 млн. простейших, на 1 м -- десятки червей, нематод и других сапрофагов. Огромная масса сапрофагов, поедая мертвые растительные остатки, выбрасывает в почву экскременты. Согласно подсчетам Ч. Дарвина, почвенная масса в течение нескольких лет полностью проходит через пищеварительный тракт червей. Сапрофаги влияют на формирование почвенного профиля, содержание гумуса, структуру почвы.

На основе накопленных сведений о роющей деятельности позвоночных животных выделен ряд форм их воздействия на среду (Б.Д. Абатуров).

а) Норы животных разрыхляют почву, улучшают ее аэрацию, способствуют более глубокому увлажнению почвенной толщи водами атмосферных осадков, защищают почвенную влагу от непродуктивного физического испарения.

б) При рытье нор животные выносят на поверхность материал глубоких горизонтов почвы и тем самым увеличивают содержание легкорастворимых солей, гипса и карбонатов в верхних слоях почв.

в) На перерывах участках вследствие более интенсивного увлажнения происходит проседание почвенной толщи, формируются отрицательные формы микрорельефа.

г) Накопление почвенного материала, вынесенного на поверхность при рытье нор, вызывает формирование положительных форм микро- и нанорельефа (кушки и холмики выброшенной земли) с иными физико-химическими свойствами почв.

д) В местах постоянного расположения нор животные обогащают почву химическими веществами за счет экскрементов и тем самым меняют ее химический состав и улучшают плодородие.

е) Роющие животные перемешивают верхний гумусовый горизонт с нижележащей материнской породой и тем самым увеличивают мощность этого горизонта.

ж) Перерывы норами и разрыхленный почвенный материал легко поддается действию ветра и воды, что служит причиной размывания и развеивания почв и образования эрозионных форм рельефа.

3) Перерывы и нарушенные роющей деятельностью участки заселяются сорными и полевыми видами растений и почвенных беспозвоночных и тем самым служат причиной формирования специфической сорно-полевой фауны и флоры.

и) В результате роющей деятельности меняется не только состав растений, но и их масса, при этом изменения могут быть направлены в сторону как уменьшения (при засыпании растений выброшенной землей, обеднении почвенного субстрата), так и в сторону увеличения (при улучшении плодородия почвы).

к) Разрастание на перерывах местах сорных видов растений вызывает формирование залежного растительного покрова. Локальное нарушение свойств почвенно-растительного покрова служит причиной микрокомплексности почв и растительности в степных, полупустынных и пустынных ландшафтах.

Эти положения, сформулированные еще несколько десятилетий назад (А. Н. Формозов; А. Г. Воронов; В. В. Кучерук и др.), остались без существенных изменений по настоящее время.

Самыми многочисленными представителями наземного животного мира, участвующими в почвообразовании, являются мелкие грызуны (мыши-полевки и др.).

Растительные и животные остатки, попадая в почву, подвергаются сложным изменениям. Определенная их часть распадается до углекислоты, воды и простых солей (процесс минерализации), другие переходят в новые сложные органические вещества самой почвы.

Вместе с экскрементами животных в почву поступает большое количество органического вещества, азота и зольных элементов. При круглогодичном пребывании животных на пастбище большая часть азота, содержащаяся в съеденной траве, возвращается в почву в виде экскрементов.

Экскременты животных служат пищей не только для трав, но также и для почвенной макро-, микрофауны и микрофлоры, повышая их жизнедеятельность. Кал и моча способствуют усреднению почвенной реакции, повышению биогенности почв. Вместе с тем, благодаря экскрементам животных, увеличивается численность и обогащается видовой состав почвенных макро- и микроорганизмов.

Влияние экскрементов на почву и растения определяется не только их количеством, но и химическим составом, физическими свойствами, формой и особенностью их распределения по поверхности, а все это зависит от вида животных, выпасающихся на пастбище.

### 3. Биогеоценотическая деятельность микробного комплекса

Среди всех обитателей почвы огромнейшее значение имеют микроорганизмы. Помимо вышесказанного о них, имеет смысл добавить некоторые данные.

По отношению к кислороду выделяют аэробные (потребляющие кислород) и анаэробные (живущие в отсутствие кислорода) организмы, по способу питания – автотрофные (сами создают органическое вещество) и гетеротрофные (питаются готовым органическим веществом). Численность микроорганизмов зависит от почвенно-экологических факторов. Например, наибольшее количество почвенных микроорганизмов содержится в черноземах с естественной структурой и отдельных подтипах каштановых почв.

Особо следует отметить роль микроорганизмов в круговороте веществ. Они минерализуют органические остатки и замыкают, таким образом, биологические циклы экосистем. Ежегодно на суше синтезируется огромное количество фитомассы. Часть ее поедается животными, возвращаясь в почву с экскрементами. Дополняют биомассу прижизненные выделения корней и сама корневая система. Все эти значительные объемы органического вещества в результате деятельности микроорганизмов превращаются в формы, усвояемые растениями. Последние снова производят органическое вещество. Так, в общем виде протекает биологический круговорот веществ. Практически нет ни одного элемента, который не подвергался бы воздействию микроорганизмов или их метаболитов.

От микроорганизмов зависит степень обеспеченности растений необходимыми элементами питания и энергией. Для питания растений необходимо, чтобы минералы, находящиеся в почве, были растворены. Для этого, в свою очередь, необходимы кислоты. Их, для растворения минералов, выделяют корни растений. Но главным растворителем является угольная кислота. Ее источник – углекислый газ. Он выделяется в процессе дыхания микроорганизмов, разлагающих органическое вещество. Ясно, что без органического вещества и при отсутствии микроорганизмов растения недостаточно обеспечены питанием и энергией.

### **1.6 Лекция № 6 ( 2 часа).**

Тема: Растения и животные в агроландшафте, их влияние на продуктивность агробиоценозов.

#### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Растения в агроландшафте, хозяйственно-биологические типы культурных растений.
- 2 .Животные в агроландшафте, хозяйственно-биологические типы культурных растений.

#### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Растения в агроландшафте, хозяйственно-биологические типы культурных растений.

Значительно повышает устойчивость агроценоза также включение в посев каких-либо дополнительных культур (совместный посев – В.Г.Коваленков, Н.М.Тюрина, 1993) или посев отдельными полосами разных растений вместо больших полей монокультур. Введение в посев цветущих растений, например, их посев по обочинам вокруг поля, обеспечивает дополнительное питание паразитам и хищникам и положительно оказывается на урожае. Усложнение агроценоза не только увеличивает численность энтомофагов на поле, но и улучшает микроклимат посевов.

Повышению продуктивности агроценозов способствует использование новых технологий выращивания сельскохозяйственных растений. Все более широкое применение получает индустриальная технология, в основе которой лежат новейшие достижения биологической и других областей науки. Индустриальная технология характеризуется высокой специализацией хозяйства, применением достижений селекции, агрохимии, растениеводства, использованием высокопроизводительной техники, которая работает с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных растений.

- 2 .Животные в агроландшафте, хозяйственно-биологические типы культурных растений.

На основе накопленных сведений о роющей деятельности позвоночных животных выделен ряд форм их воздействия на среду (Б.Д. Абатуров).

а) Норы животных разрыхляют почву, улучшают ее аэрацию, способствуют более глубокому увлажнению почвенной толщи водами атмосферных осадков, защищают почвенную влагу от непродуктивного физического испарения.

б) При рытье нор животные выносят на поверхность материал глубоких горизонтов почвы и тем самым увеличивают содержание легкорастворимых солей, гипса и карбонатов в верхних слоях почв.

в) На перерытых участках вследствие более интенсивного увлажнения происходит проседание почвенной толщи, формируются отрицательные формы микрорельефа.

г) Накопление почвенного материала, вынесенного на поверхность при рытье нор, вызывает формирование положительных форм микро- и нанорельефа (кушки и холмики выброшенной земли) с иными физико-химическими свойствами почв.

д) В местах постоянного расположения нор животные обогащают почву химическими веществами за счет экскрементов и тем самым меняют ее химический состав и улучшают плодородие.

е) Роющие животные перемешивают верхний гумусовый горизонт с нижележащей материнской породой и тем самым увеличивают мощность этого горизонта.

ж) Перерытый норами и разрыхленный почвенный материал легко поддается действию ветра и воды, что служит причиной размывания и развеивания почв и образования эрозионных форм рельефа.

з) Перерытые и нарушенные роющей деятельностью участки заселяются сорными и полевыми видами растений и почвенных беспозвоночных и тем самым служат причиной формирования специфической сорно-полевой фауны и флоры.

и) В результате роющей деятельности меняется не только состав растений, но и их масса, при этом изменения могут быть направлены в сторону как уменьшения (при засыпании растений выброшенной землей, обеднении почвенного субстрата), так и в сторону увеличения (при улучшении плодородия почвы).

к) Разрастание на перерытых местах сорных видов растений вызывает формирование залежного растительного покрова. Локальное нарушение свойств почвенно-растительного покрова служит причиной микрокомплексности почв и растительности в степных, полупустынных и пустынных ландшафтах.

Формирование комплекса вредителей на поле – довольно сложный процесс. При распашке целинной земли ее обитатели в основном погибают или мигрируют. Причины их гибели следующие: изменения структуры почвы, ее температурного и влажностного режима, исчезновение кормовых растений – центров консорций, а также воздействие агротехнических приемов. Ряд насекомых все же приспособливается к жизни на посевах.

Среди них виды, размножающиеся вне пределов поля, но охотно питающиеся культурными растениями (многие саранчовые), насекомые, мигрирующие на зиму на опушки леса, на обочины (например, клоп–черепашка), обитатели взрыхленных грызунами почв в природных биотопах (например, жуки *Anisoplia austriaca* Host., *Pentodon idiota* Hbst., озимая совка *Agrotis segetum* Schiff.). В эту же группу можно включить и обитателей растений таких взрыхленных почв (многие клопы и листоблошки). На полях оказываются также насекомые, предпочитающие изреженный травостой (щелкуны родов *Melanotus*, *Agriotes*, чернотелки *Opatrum sabulosum*L.). Весьма распространены и насекомые, зимующие в многолетних или озимых растениях или в растительных остатках (двукрылые *Oscinosa*, *Chlorops*, *Magetiola*).

## **1.7 Лекция № 7 ( 2 часа).**

Тема: Биогеоценотическая деятельность микробного комплекса.

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Роль микроорганизмов в почвообразовании.
- 2 Экологические группы микроорганизмов.
- 3 Свободноживущие и симбиотические микроорганизмы.
- 4 Микроорганизмы-паразиты растений и животных.
- 5 Бактериальные удобрения.

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

Среди всех обитателей почвы огромнейшее значение имеют микроорганизмы. Помимо высказанных о них, имеет смысл добавить некоторые данные.

По отношению к кислороду выделяют аэробные (потребляющие кислород) и анаэробные (живущие в отсутствие кислорода) организмы, по способу питания – автотрофные (сами создают органическое вещество) и гетеротрофные (питаются готовым органическим веществом). Численность микроорганизмов зависит от почвенно-экологических факторов. Например, наибольшее количество почвенных микроорганизмов

содержится в черноземах с естественной структурой и отдельных подтипах каштановых почв.

Особо следует отметить роль микроорганизмов в круговороте веществ. Они минерализуют органические остатки и замыкают, таким образом, биологические циклы экосистем. Ежегодно на сушу синтезируется огромное количество фитомассы. Часть ее поедается животными, возвращаясь в почву с экскрементами. Дополняют биомассу прижизненные выделения корней и сама корневая система. Все эти значительные объемы органического вещества в результате деятельности микроорганизмов превращаются в формы, усвояемые растениями. Последние снова производят органическое вещество. Так, в общем виде протекает биологический круговорот веществ. Практически нет ни одного элемента, который не подвергался бы воздействию микроорганизмов или их метаболитов.

От микроорганизмов зависит степень обеспеченности растений необходимыми элементами питания и энергией. Для питания растений необходимо, чтобы минералы, находящиеся в почве, были растворены. Для этого, в свою очередь, необходимы кислоты. Их, для растворения минералов, выделяют корни растений. Но главным растворителем является угольная кислота. Ее источник — углекислый газ. Он выделяется в процессе дыхания микроорганизмов, разлагающих органическое вещество. Ясно, что без органического вещества и при отсутствии микроорганизмов растения недостаточно обеспечены питанием и энергией.

Вместе с разложением органических остатков в почве идут процессы гумификации. В этих процессах велика роль почвенной биоты, в частности микроорганизмов. Все разновидности мертвого органического вещества, подвергаясь в почве биологическому разложению и окислению — гумификации, преобразуются обычно в единую, довольно стабильную химическую субстанцию почвенного субстрата — гумусовые вещества.

При гумификации растительных и животных остатков наблюдается последовательность в смене микроорганизмов - деструкторов, их видовой состав и интенсивность развития зависят от тех органических соединений, которые входят в состав растительных и животных остатков. При этом происходит не только разложение органических остатков, но и синтез новых органических соединений. Продукты распада используются, в частности, в процессе синтеза специфических органических веществ почвы — фульвокислот и гуминовых кислот. Гумус\* накапливается в результате длительного и разнообразного взаимодействия и взаимовлияния населяющих почву организмов и высших растений. Почвенное плодородие, основу которого составляют гумусовые вещества, зависит от структуры и активности почвенной микробиоты.

Также необходимо отметить уникальную способность микроорганизмов фиксировать газообразный, атмосферный азот и переводить его в усвояемые для растений соединения. Азот, фиксируемый почвенными микроорганизмами, называется биологическим, а микроорганизмы, связывающие молекулярный азот, - азотфиксаторами. Доля биологического азота в урожае достигает 60 – 90% (для сравнения, 5% азота в форме аммиака приходится на химические заводы по производству азотных удобрений, при этом коэффициент использования химического азота редко превышает 40%). Суммарное годовое количество азота, продуцируемое свободноживущими азотфиксаторами, колеблется для разных почв от десятков до сотен килограммов на 1 га. Симбиотическая азотфиксация, протекающая при участии клубеньковых бактерий, дает еще 60 – 300 кг азота на 1 га. При фиксации атмосферного азота исключается загрязнение почв, водоемов и атмосферы, которое имеет место при внесении химического азота. Процесс восполнения запасов азота в почве за счет биологической фиксации важен и с энергетической точки зрения, так как на производство химических азотных удобрений приходится примерно треть всех средств, вкладываемых в сельскохозяйственное производство.

В дополнение сказанному о живой составляющей почвы, хочется также заметить, что в последнее время значение этой составляющей существенно возросло. При техногенном загрязнении компонентов биосфера, в том числе и почв, почвенная биота

выполняет еще одну важную функцию – детоксикации различных соединений, присутствующих в почве и влияющих на состояние окружающей среды и качество сельскохозяйственной продукции.

Кроме того, исходя из всего вышенаписанного, хотелось бы особенно отметить огромный вред для почвенной биоты, а значит и для самой почвы, так называемых «палов». Распространенные повсеместно, ежегодное поджигание растительности приносит много отрицательных последствий, а именно: гибель корневой системы растений, гибель животных, гибель почвенной микрофлоры и изменение внутрипочвенной, усиление заражения грибами, насекомыми, сгорание подстилки и почвенного гумуса, спекание минеральных частиц верхнего слоя почвы, образование труднопроницаемой для воды, воздуха и коней корки, уплотнение почвы, резкое уменьшение кислотности почвы и т.д.

Почвы, особенно черноземы, - важнейшее богатство планеты. От бережного отношения к ним зависит дальнейшая жизнь человечества. Их роль огромна. В экосистемах они выполняют следующие важнейшие функции 1. Почва занимает центральное положение во взаимодействии природных круговоротов. При этом в биогеоценозе почва выполняет интегрирующие и управляющие функции.

Почва обеспечивает жизнь на Земле. Реализация этой функции зависит от концентрации в почве в доступных формах элементов, необходимых организмам. Почва – своеобразное депо, удерживающее важнейшие биогены от быстрого смыва их в Мировой океан. Почва аккумулирует влагу, осаждает ее в себе в виде подземной росы, поглощает ее в виде осадков.

Почва служит средой обитания для растений, животных, микроорганизмов. При этом она уравновешивает и регулирует численность своего населения, выполняя функцию генерирования и сохранения биологического разнообразия.

Почва упорядочивает все потоки веществ в биосфере, она «замыкает» все биохимические циклы.

Почва регулирует состав атмосферы и гидросферы. В результате постоянного газообмена между почвой и атмосферой трансформируются различные газы, микрогазы. Почва одновременно поглощает атмосферный кислород.

Почва накапливает в поверхностной части коры выветривания специфическое органическое вещество – гумус и связанную с ним химическую энергию.

Рассматривая сущность почвы, ее устройство, обитателей, функции ей выполняемые, ее основные свойства, нельзя не отметить существенную разницу естественной почвы и той почвы, которая является основой земледелия в буквальном смысле, т.е. почвы пахотных полей. Последняя далеко не так эффективна. В чем отличие почвы агрэкосистемы, что собой представляет собой такая почва, каковы ее свойства и почему происходит нарушение ее эффективности, которое проявляется в падении плодородия, рассмотрим ниже.

## **1.8 Лекция № 8 ( 2 часа).**

Тема: Удобрения, их значение для роста и развития с/х культур.

### **1.8.1 Вопросы лекции:**

1. Удобрения, их значение для роста и развития с/х культур.
2. Проблемы применения азотных удобрений.

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Удобрения, их значение для роста и развития с/х культур.

Органические и неорганические вещества, содержащие элементы питания растений или мобилизующие питательные вещества почвы. В зависимости от химического состава подразделяются на Органические удобрения (навоз, компости, зелёное удобрение и др.) и Минеральные удобрения (азотные, фосфорные, калийные, комплексные, известковые,

микроудобрения), от воздействия на питание растений — на прямые и косвенные. Выделяют также Бактериальные удобрения. Удобрения, получаемые непосредственно в хозяйствах, называются местными, на химических предприятиях — промышленными. У. повышают Плодородие почвы (её питательный, водный, тепловой и воздушный режимы), улучшают химические, физико-химические, физические и микробиологические свойства. Многократное внесение У. в больших дозах и др. приёмы окультуривания почвы (обработка, посев трав и т.п.) могут изменить направление почвообразовательного процесса и привести к формированию новых почвенных подтипов — антропогенных почв, отличающихся высоким плодородием. Применяя У., человек активно вмешивается в круговорот веществ в природе, создавая, в частности, положительный баланс питательных веществ в земледелии. При правильном использовании У. положительно влияют на рост, развитие растений и в конечном итоге на урожай и качество продукции. Эффективность удобрений зависит от биологических особенностей с.-х. культур, содержания элементов питания в почве и её влажности, реакции почвенного раствора и т.п. Большие прибавки урожая дают У. в условиях орошения. Сочетание У. и полива способствует также более экономному расходованию воды и питательных веществ растениями. Обеспеченность У. 1 га посева — один из основных показателей интенсификации земледелия. Считается, что примерно 50% общей прибавки урожая получается за счёт У. В СССР прибавка урожая основных с.-х. культур при применении У. показана в таблице. Применение 1 т навоза обеспечивает в 1-й год после внесения дополнительный урожай зерна 0,2—0,3 ц, картофеля 1—1,5 ц, зелёной массы кукурузы 3—4 ц. В севообороте эффективность минеральных и органических У. при одинаковом содержании питательных веществ одинакова. На лёгких почвах наибольшую прибавку урожая получают при совместном внесении органических и минеральных У. Кроме того, органические У. обогащают почву Гумусом, что создаёт предпосылки для увеличения доз минеральных У. Это имеет большое значение при выращивании интенсивных сортов, расходующих на создание урожая много питательных веществ.

Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур огромное значение имеет внесение в почву элементов, необходимых для роста и развития растений. Эти элементы вносятся в почву в виде органических (навоз, торф и др.) и минеральных (продукты химической переработки минерального сырья) удобрений. Производство последних является одной из важнейших отраслей химической промышленности. Вырабатываемые химической промышленностью минеральные удобрения подразделяются на:

- а) фосфорные (главным образом простой и двойной суперфосфаты и преципитат);
- б) азотные (сульфат аммония, аммиачная селитра, кальциевая и натриевая селитры);
- в) калийные (хлористый калий и смешанные калийные соли);
- г) борные, магниевые и марганцевые (соединения и соли, содержащие эти элементы).

Производство минеральных солей удобрений составляют одну из важнейших задач химической промышленности. Ассортимент минеральных солей, используемых в сельском хозяйстве, самой химической промышленности, металлургии, фармацевтическом производстве, строительстве, быту, составляет сотни наименований и непрерывно растет. Масштабы добычи и выработки солей исключительно велики и для некоторых из них составляют десятки миллионов тонн в год. В наибольших количествах производятся и потребляются соединения натрия, фосфора, калия, азота, алюминия, железа, серы, меди, хлора, фтора и др. Самым крупнотоннажным является производство минеральных удобрений.

Самым крупным потребителем солей и минеральных удобрений является сельское хозяйство. Связано это с тем, что современное интенсивное сельскохозяйственное производство невозможно без внесения в почву научно обоснованного количества различных минеральных удобрений, содержащих элементы, которых недостаточно в почве для нормального роста растений, в частности зерна.

## 2.Проблемы применения азотных удобрений.

Применение удобрений в большой степени влияет на качество производимой продукции. Особенно это относится к азотным удобрениям.

Проблема нитратов в сельскохозяйственной продукции тесно связана с низкой экологической культурой. Неграмотное применение азотных минеральных и органических ведет к тому, что избыток азота в почве вызывает поступление нитратов в растения в больших количествах. Кроме того, азотные удобрения способствуют увеличению поступления из самой почвы нитратов, образующихся при минерализации органического вещества.

Нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ) представляют собой соли азотной кислоты (с формулой  $\text{HNO}_3$ ), нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ) — соли азотистой кислоты. Соли азотной кислоты используют в качестве удобрений: нитрат натрия — натриевая (чилийская) селитра, нитрат калия — калиевая селитра (или просто селитра), нитрат аммония — аммиачная селитра, нитрат кальция — кальциевая селитра.

В последнее время в связи с возросшим вниманием к охране окружающей среды все чаще объектами контроля становятся почва, вода, удобрения, растения. Как правило, содержание нитратов выражают в мг/100 г или мг/кг для почвы; в мг/кг сырой массы; в процентах на сухое вещество; в мг и процентах для растений; в мг/л для воды.

Нитраты являются главным элементом питания растений, произрастающих на земле, поскольку в них входит азот — основной строительный материал. В естественных условиях (в лесу или на лугу) содержание нитратов в растениях небольшое (1...30 мг/кг сухой массы), они почти полностью переходят в органические соединения (аминокислоты, белки и т. д.). В культурных растениях (капуста, картофель, редис, свекла и т. д.) при возделывании на удобренной почве количество нитратов возрастает во много раз (40... 12 000 мг/кг сухой массы). Нитраты присутствуют во всех средах: почве, воде, воздухе. Сами нитраты не отличаются высокой токсичностью, однако под действием микроорганизмов или в процессе химических реакций восстанавливаются до нитритов, опасных для человека и животных. В организме теплокровных нитриты участвуют в образовании более сложных (и наиболее опасных) соединений — нитрозоаминов, которые обладают канцерогенными свойствами.

Среди возделываемых культур наибольшее количество нитратов накапливается в свекле столовой, салате, шпинате, укропе, редисе, редьке,

Томат, перец, баклажан, чеснок, горошек и фасоль отличаются низким содержанием нитратов.

В связи с опасностью, которую нитраты могут представлять для нормального функционирования организма человека, в различных странах разработаны ПДК нитратов в продуктах питания. ПДК устанавливают путем проведения специальных исследований на подопытных животных (мыши, крысы). Так как  $\text{NO}_3^-$  поступает в организм человека преимущественно из овощей, то особое внимание следует обращать на динамику содержания в овощах и продуктах их переработки.

ПДК нитратов установлены для продукции как открытого, так и защищенного грунта (парники, теплицы).

Рассматривая нитратное загрязнение сельскохозяйственной продукции, нельзя упускать из виду макро- и микроэлементный состав почв, степень их загрязнения и др. Так, на почвах легкого гранулометрического состава, бедных калием, опасность нитратного загрязнения возрастает. Недостаток серы тоже способствует накоплению нитратов, так как сульфогруппа входит в состав фермента нитратредуктазы, представляющей собой комплекс флавопротеина с молибденом. При дефиците в почве молибдена и марганца нитратредуктаза образуется в недостаточном количестве, что, в свою очередь, стимулирует накопление нитратов в растениях.

На процессы накопления нитратов в овощах влияет загрязнение почвы и поливной воды. Это также необходимо учитывать при решении практических задач.

Убранную продукцию следует правильно хранить и перерабатывать, поскольку нарушение условий хранения и режимов переработки может вызвать повышение количества нитратов в конечном продукте.

Нитрит-ион ( $\text{NO}_2^-$ ) является составной частью азотистой кислоты ( $\text{HNO}_2$ ), которая существует в виде разбавленного водного раствора на холоде, так как в обычных условиях легко разлагается.

В почве нитриты образуются в результате деятельности нитрифицирующих и денитрифицирующих микроорганизмов в качестве промежуточного продукта окисления аммиака и восстановления нитратов.

В обычных условиях их содержание в растениях и воде невелико. Однако при хранении свежих овощей при комнатной температуре может происходить микробиологическое превращение нитратов в нитриты в результате чего содержание последних увеличивается (до 3600 мг/кг сухого вещества). При хранении в холодильнике в течение суток количество нитритов, например, в свёжеубранном шпинате постепенно увеличивается, в то время как в замороженном шпинате их содержание не меняется. Однако количество нитритов резко возрастает при оттаивании замороженной продукции при комнатной температуре в течение длительного времени. Продолжительное хранение банок с консервированными продуктами детского питания в открытом состоянии ведет к повышению содержания нитритов. Наиболее интенсивно нитриты образуются в присутствии *Escherichia coli* и *Pseudomonas fluorescens*. Нитриты (в частности, нитрит натрия) широко используют при производстве и консервировании колбасных и мясных изделий и рыбной продукции для предотвращения ботулизма, вызываемого токсинообразующими штаммами *Clostridium botulinum*, которые присутствуют в сыром мясе и сохраняются в мясных продуктах после кулинарной обработки. Обычные концентрации нитритов в пищевых продуктах и воде не представляют опасности для здоровья взрослых и детей старшего возраста, но риск может быть намного выше для грудных детей до 3... 6-месячного возраста.

В некоторых странах добавление нитритов в мясо, мясные продукты, сыр и рыбные продукты регламентируется законодательством.

Из мясных продуктов наибольшее количество нитритов обнаружено в солонине и ветчине (соответственно 20...200 и 10...180 мг/кг), наименьшее их количество содержится в сосисках (8...10 мг/кг). Сыры, как правило, не содержат заметного количества нитритов (не более 1 мг/кг).

N-Нитрозосоединения относятся к химическим соединениям, широко распространенным в компонентах окружающей среды — почве, воде, воздухе, растениях, поэтому они постоянно действуют на человека. Многие из этих соединений способны вызывать опухоли у теплокровных даже при небольших концентрациях. Считается, что доза нитрозоамина 10...14 мг/кг является канцерогенной при длительном поступлении с продуктами, имеющими существенный удельный вес в рационе человека. К N-нитрозосоединениям относятся N-нитрозоамины и N-нитрозоамиды. N-Нитрозоамины образуются как в самих организмах теплокровных, так и вне их. В отличие от N-нитрозоаминов N-нитрозоамиды проявляют канцерогенное действие без предварительной модификации.

## 1.9 Лекция № 9 (2 часа)

Тема: Влияние средств химизации на экосистемы. Биологическое земледелие и охрана ландшафтов.

### 1.9.1 Вопросы лекции:

1. Классификация пестицидов.
- 2 Поведение и биологическое действие пестицидов в агрофитоценозах.
- 3 Основы биологического земледелия.

### **1.9.2 Краткое содержание вопросов:**

Различные токсиканты и, в первую очередь диоксид серы, оксиды азота и углерода, озон, тяжелые металлы, негативно влияют на хвойные и широколиственные деревья, кустарники, полевые культуры и травы, мхи и лишайники, фруктовые и овощные культуры и цветы. В газообразном виде или в виде кислотных осадков они отрицательно действуют на важные ассимиляционные функции растений, органы дыхания животных, резко нарушают метаболизм и приводят к различным заболеваниям. Так, например, под действием озона ( $O_3$ ) в растениях снижается не только активность транспортной системы, но и содержание хлорофилла. Прослеживается высокая корреляция между повреждением листьев и количеством адсорбированного диоксида серы ( $SO_2$ ). Высокие дозы  $SO_2$  или продолжительные воздействия его низких концентраций приводят к сильному ингибированию процессов фотосинтеза и снижению дыхания. Можно отметить, что в целом эти и другие, указанные выше токсиканты существенно нарушают различные биохимические и физиологические процессы и структурную организацию клеток растений. Существует индивидуальная реакция отдельных видов растений на увеличение уровня атмосферного загрязнения. Все виды растений по степени их сопротивляемости воздействию загрязнения подразделяются на устойчивые, промежуточные и чувствительные.

В зонах повышенной загазованности, запыленности и перегрева атмосферного воздуха выявлена повсеместная повреждаемость растений. Установлено, что велика повреждаемость растений дымом со значительной концентрацией двуокиси серы, окиси азота и углерода, сероводорода, аммиака и других (Битюкова, 2004). Многие из этих соединений, растворяясь в воде, образуют вредные для растений кислоты (Майнер, 1981).

Растения в условиях урбанизированной (техногенной) среды, сохраняя внешне неизменный вид, претерпевают значительные изменения биохимического состава и физиологических процессов (Илькун, 1978). Промышленные газы и аэрозоли могут оказывать на растения комплексное и индивидуальное воздействие. Но нередко эффект повреждения вызывается одним, преобладающим в среде, соединением (Майнер, 1981). Распространение и распределение атмосферных токсикантов, в тканях листа при закрытых устьицах, может быть представлено в следующей последовательности: поглощенные кутикулой газы диффундируют в нижерасположенные оболочки эпидермальных клеток, частично проникают в клетки, но в основном распространяются по свободному пространству к соседним клеткам и достигают проводящих сосудов (Илькун, 1982).

Если токсические газы проникают через устьица, то они насыщают оболочки клеток, выстилающих дыхательные полости и каналы, растворяются в воде, и одна их часть проникает в клетку, а другая вместе с током воды транспортируется по жилкам до мест потребления (Гетко, 1989).

Однако не все элементы распределяются в растении по указанному пути. Распространение и распределение токсических веществ разной химической природы в пределах листовой пластинки и всего растения контролируется не структурой проводящих тканей, а избирательным поглощением каждого из них в отдельности и зависит от концентрации токсического вещества, скорости его поступления в лист и передвижения по сосудам (Косулина, 1993). При медленном поступлении, но быстром оттоке по ксилемным сосудам токсические соединения сосредоточиваются на верхушке и периферии листа, в результате чего появляются глубокие и необратимые нарушения. Так, по краям листа в условиях постоянного загрязнения воздуха газообразными токсикантами содержится в 10-50 раз больше фтора, окислов серы, азота, чем в серединной его части (Илькун, 1978).

Илькун Г.М. (1978) наблюдал, что вместе с транспортными метаболитами из сформированных листьев экспортируется часть накопленных токсических веществ.

Накопление в молодых листьях высоких доз токсических веществ, поступающих из средневозрастных листьев, может вызвать полную их гибель и опадение. Аккумулирующиеся в побегах путем оттока из листьев и притока из корней токсические соединения передвигаются к меристематическим тканям в период их активного состояния и отрицательно влияют на рост побегов, листьев и формирование генеративных органов (Тутаюк, 1972).

Реакция на действие атмосферных газообразных токсикантов в большинстве случаев носит двухфазный характер:

увеличивается активность функциональных приспособлений;  
происходит угнетение метаболизма.

Соотношение этих двух фаз в значительной мере определяет степень газоустойчивости растений (Тарабрин, 1974).

На деревьях в зонах высокой загазованности много недоразвитых деформированных листьев, уже в начале лета проявляется омертвление их тканей, начинающееся с краев, а затем распространяющееся к середине. Листья темнеют, засыхают и опадают, чем сокращается продолжительность жизни растений (Битюкова, 2004).

В условиях промышленно-загрязненной среды древесные растения имеют более мелкие листья, большую толщину эпидермиса, меньшие размеры клеток ассимиляционной паренхимы и устьиц, большее количество устьиц на единицу площади листа. Усиление ксероморфности в строении листьев часто способствует повышению их газоустойчивости (Исаченко, 1938; Николаевский, 1967).

Под действием загрязняющих веществ, происходит подавление фотосинтеза, нарушение водообмена, многих биохимических процессов, снижение транспирации, общее угнетение роста и развития растений. Это приводит к изменению окраски листьев, некрозу, опадению листьев, изменению формы роста, ветвлению и т.д. (Хвастунов, 1999).

Накапливаясь в тканях листа сверх допустимого уровня, токсикант вызывает у растений различные нарушения в структурной организации и функциональной деятельности. Начальными признаками поражения являются снижение транспирации и фотосинтеза, ухудшение поглощающих функций корня. Эти сдвиги вначале обратимы, но по мере накопления отравляющего вещества происходят резкие изменения ультраструктуры клеток (разбухание оболочки, нарушение структуры митохондрий и хлоропластов), а затем и ухудшение углеводного, белкового и фосфорного обменов (Майнер, 1981). Характеристика приоритетных загрязнителей воздуха и их отрицательного воздействия на древесные растения

#### Диоксид серы

Среди серосодержащих техногенных эмиссий наиболее фитотоксична двуокись серы. Установлено, что  $\text{SO}_2$  является сильнодействующим ассимиляционным ядом (Сергейчик, 1984). В тоже время  $\text{SO}_2$  является местным ядом, убивающим только те участки мезофилла листа, в которые он проник, не затрагивая, существенно, жизнедеятельность соседних участков мезофилла. Растений, абсолютно устойчивых к сернистому газу, как и к другим вредным промышленным отходам, практически нет. Растения, у которых участки повреждений составляют до 20 % общей площади листьев, относят к слабоповреждаемым. У среднеповреждаемых видов участки повреждений составляют до 50 % и у сильно повреждаемых - выше 50 %. Более восприимчивыми к сернистому ангидриду оказались липа сердцелистная (*Tilia cordata L.*), клен остролистный (*Acer platanoides L.*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia L.*), черемуха обыкновенная (*Padus racemosa (Lam.) Gilib.*), смородина черная (*Ribes nigrum L.*) и другие (Николаевский, 1979).

Поступление. Диоксид серы, прежде всего, действует на клетки, которые регулируют открывание устьиц. Степень их открывания в начальный период является основным параметром, определяющим интенсивность воздействия загрязнителя (Калверт, 1988). Даже при очень малых концентрациях диоксид серы способен оказывать

стимулирующее действие, в результате которого устьица остаются постоянно открытыми. В тоже время при высоких концентрациях диоксида серы устьица закрываются. Кроме того, в случае высокой влажности устьица открываются, в случае низкой – закрываются (Илькун, 1978).

Попав в межклеточное пространство листа, загрязняющее вещество вступает в контакт с мембраной окружающей клетку. При нарушении целостности этой полупроницаемой мембранны нарушаются баланс питательных веществ и процесс поступления ионов. Пройдя в клетку, диоксид серы взаимодействует с митохондриями и хлоропластами, в том числе и с их мембранами, что может привести к весьма серьезным последствиям (Павлов, 2003).

**Потребность.** Сера необходима для нормального роста растений, и присутствие SO<sub>2</sub> может оказывать влияние и на усвоемость серы. Растения потребляют серу в восстановленном состоянии (Горышина, 1991). В присутствии SO<sub>2</sub> основным продуктом становится сульфат; присутствует также цистеин, глютатион и, по меньшей мере, одно не идентифицированное вещество. Основными промежуточными соединениями при восстановлении сульфатов являются сульфиты (Лесные экосистемы.., 1990).

Механизм токсического действия SO<sub>2</sub> детально обсуждается в ряде монографий (Илькун, 1979; Николаевский, 1979; Гудериан, 1979) и научных статей отечественных и зарубежных авторов. Сернистый ангидрид в воздухе постепенно окисляется до серного и растворяется в воде, образуя мельчайшие капельки серной кислоты, повреждающей листья (Романова, 2005).

Механизм фототоксического действия заключается в неспецифическом нарушении деятельности многих ферментов вследствие подкисления цитоплазмы и нарушения ионного режима. Наблюдаются нарушения метаболизма органических соединений, фотосинтетических структур, происходит накопление балластных токсических продуктов, транспортных путей миграции энергии от хлорoplastов к центрам их использования, появляются автокаталитические цепные реакции свободнорадикального и фотодинамического окисления (Николаевский, 1978, 1979). Токсичность сернистого газа значительно увеличивается в присутствии других загрязнителей - окислов азота и озона.

Различают 2 группы повреждений, связанных с действием SO<sub>2</sub>:

видимые, выражющиеся в деформации, пятнистости и некрозах ассимиляционных органов;

скрытые, проявляющиеся в снижении продуктивности за счет ингибирования фотосинтеза, изменении метаболизма, увеличении восприимчивости к болезням и вредителям, ускорении старения растений (Лесные экосистемы.., 1990).

**Морфологические повреждения.** Это соединение адсорбируется на поверхности растения, в основном на его листьях, и оказывает на него вредное влияние. Обычно поражаются края листовой поверхности, а центральные зоны листа, примыкающие к осевой и главным боковым жилкам, остаются здоровыми (Кулагин, 1974). Появляются пятна на участках между жилками и краях листа. Потом эти участки приобретают желтый и красно-оранжевый цвет и отмирают. При длительном воздействии сернистого газа подавляется рост растений, в некоторых случаях отмирают верхушки побегов.

**Физиологические повреждения.** Сернистый ангидрид и другие кислые газы, проникая внутрь листа, нарушают процесс фотосинтеза, связывая, в частности, каталитически активное железо. Процессы окисления протекают с участием свободных радикалов, образованных из двуокиси серы в результате химических реакций (Лесные экосистемы.., 1990). Они окисляют ненасыщенные жирные кислоты мембран, тем самым, изменяя их проницаемость, что в дальнейшем отрицательно влияет на процессы дыхания, фотосинтеза.

Фотосинтетический аппарат клетки проявляет высокую чувствительность к SO<sub>2</sub>, которая может нарушать световую и темновую стадии фотосинтеза, воздействуя на состояние хлорофилла, активность ферментов, электронтранспортную цепь или

ламеллярную структуру гран.  $\text{SO}_2$  уменьшает скорость выделения кислорода, но не влияет на скорость поглощения кислорода в процессе дыхания. По мнению японских исследователей,  $\text{SO}_2$  инактивирует первичный донор электронов или сам реакционный центр цепи переноса электронов.  $1 \cdot 10^{-6} \text{ SO}_2$  в течение 6 часов обработки листьев существенно снижает ациклическое фосфорилирование (Сергейчик, 1984). Аккумуляция в тканях избыточного количества серы приводит к нарушению работы регуляторных механизмов и патологическим явлениям, вследствие чего наблюдается депрессия роста клеток, тканей и органов, нарушаются синтетические и обменные процессы. Причиной этому является подавление синтеза АТФ и изменение активности ферментных систем (Илькун, 1978).

В условиях выключенного фотосинтеза, но продолжающегося поступления солнечной энергии хлорофилл начинает, как флуоресцирующее вещество проявлять фототодинамическое действие, которое сводится к фотоокислению. Фотоокислению подвергаются разнообразные вещества – белки, фосфатиды, аминокислоты и др. Поэтому под влиянием сернистого ангидрида происходит их разрушение, ведущее к отмиранию клеток и сопровождаемое снижением окисляемости клеточного содержимого. С повышением интенсивности освещения токсичность сернистого ангидрида возрастает, и наоборот (Кулагин, 1974).

**Анатомические повреждения.** При частых или постоянных воздействиях низких концентраций газов в тканях растений постепенно накапливаются токсичные соединения серы (Кулагин, 1974). Нинова Д. (1970) под влиянием  $\text{SO}_2$  обнаружила уменьшение объема межклетников в губчатой ткани, усиленное развитие кутикулы, удлинение клеток палисадной ткани. Уменьшается объем клеток ассимиляционной паренхимы наряду с уменьшением толщины столбчатой, губчатой ткани и всего листа (Сергейчик, 1984).

**Биохимия.** Сернистый газ снижает содержание в растениях дисахаров и способствует увеличению количества крахмала. Причиной этого является активизация и дезактивация различных ферментов, стимуляция и подавление синтеза специфических ДНК и РНК (Майнер, 1981). Согласно Мальхотра (1977), биохимическим порогом фитотоксического действия  $\text{SO}_2$  является концентрация  $0,05 \cdot 10^{-6}$ . Однако существует мнение, что пороговой является величина, в 5 раз меньшая ( $0,01 \cdot 10^{-6}$ ), при которой обнаруживается изменения содержания галактолипидов мембран тилакоидов (Сергейчик, 1984). Диоксид серы ингибирует различные биохимические реакции. Сульфиты, обладающие слабокислотными свойствами, дезактивируют некоторые ферменты, блокируя активные центры, препятствуя протеканию основной химической реакции; это явление известно как конкурентное ингибирование (Илькун, 1978). Диоксид серы является конкурентным ингибитором дифосфаткарбоксилазы, препятствующим фиксации  $\text{CO}_2$  в процессе фотосинтеза. Обладая свойствами свободных радикалов,  $\text{SO}_2$  нарушает протонный градиент, с которым связано образование АТФ (Лесные экосистемы.., 1990).

Загрязнение воздуха  $\text{SO}_2$  вызывает нарушение азотного обмена древесных растений, глубина и направленность которого зависят от возраста и биологических особенностей вида. Появление видимых симптомов повреждения коррелирует с накоплением в листьях значительного количества путресцина, глютамина, аммиака. Малые дозы  $\text{SO}_2$  увеличивают, а высокие уменьшают содержание общего и белкового азота. Для устойчивых видов отмечается рост содержания водорастворимых белков альбуминов – белков нерастворимого остатка. У неустойчивых (относится рябина) – превращения белков направлены в сторону уменьшения содержания альбуминов, глобулинов и увеличения высокомолекулярных белков (Шацкая, 1983). Повышение концентрации  $\text{SO}_2$  сопровождается снижением общего количества фосфатов, которые необходимы для роста и развития растений. Одновременно с увеличением или уменьшением общего фосфора синхронно и в том же направлении изменяется содержание неорганического фосфора. При скрытых поражениях листьев количество кислотонерастворимых фосфорных соединений уменьшается (Сергейчик, 1984). При наличии видимых повреждений их

количество вначале быстро возрастают, а с повышением степени повреждения листьев – превышает контрольные величины незначительно (Илькун, 1979). Загрязнение воздуха  $\text{SO}_2$  также нарушает углеводный обмен. При скрытых и начальных повреждениях листьев уменьшается содержание дисахаров, но значительно увеличивается содержание крахмала. Более сильные повреждения – ослабляют гидролиз и синтез крахмала с одновременным уменьшением содержания моно- и дисахаров (Лесные экосистемы.., 1990). В этом случае не только изменяется скорость взаимопревращения углеводов, но и происходит подавление фотосинтетической деятельности листьев (Илькун, 1982).

Хотя точный механизм действия  $\text{SO}_2$  на молекулярном уровне неизвестен, можно предположить, что основную роль играют присутствие избыточного количества окисленных форм серы, нарушение баланса с восстановленными формами и воздействие на жизненно важные ферменты.

**Адаптации.** Под влиянием  $\text{SO}_2$  у растений усиливаются признаки ксероморфности: уменьшается площадь листовых пластинок, увеличивается степень жилкования и количество устьиц, размеры клеток устьичного аппарата уменьшаются (Сергейчик, 1984). Добровольский И.А., Щербак Н.О. (1976) установили, что в процессе приспособления к условиям загрязнения у растений наблюдается мелкоклетность, утолщение клеточных оболочек.

**Последствия от диоксида серы:** обожженные листья после газовой атаки не опадают сразу же, а продолжают оставаться в кроне. Однако продолжительность их жизни заметно сокращается, и они опадают на 4-6 недель раньше по сравнению со здоровыми листьями (Николаевский, 1969). При остром поражении (более 2 мг/м<sup>3</sup>) уже через 1-2 часа происходит побурение и гибель листьев, чаще отдельных их участков в виде пятнышек с четко очерченной границей между живыми и отмершими клетками и тканями. При слабом поражении (менее 0,5 мг/м<sup>3</sup>) и длительном действии диоксида серы листья обесцвечиваются (Хвастунов, 1999).

**Влияние погодных условий.** Установлено, что эффект влияния  $\text{SO}_2$  на растения зависит от особенностей сопутствующих метеорологических факторов: повторяемости, продолжительности и мощности температурных инверсий, скорости ветра, наличия туманов. С повышением температуры и относительной влажности воздуха увеличивается опасность повреждения растений. Наибольшую чувствительность к  $\text{SO}_2$  листья обнаруживают в диапазоне 18-40<sup>0</sup>С, а наименьшую – при температуре, близкой к 40С. В пределах 4 – 18<sup>0</sup>С изменения в газочувствительности незначительны (Крокер, 1950). Цан (1963) установил, что устойчивость кустов смородины к  $\text{SO}_2$  значительно возрастает по мере снижения влажности воздуха. Так, 8-часовое воздействие  $\text{SO}_2$  в концентрации 0,8·10<sup>-6</sup> при относительной влажности 87% сопровождалось появлением сильных некрозов ассимиляционных органов. Степень повреждающего действия  $\text{SO}_2$  в концентрации 4·10<sup>-6</sup> при 42% относительной влажности воздуха уменьшалась вдвое. При понижении влажности воздуха до 29% повреждающий эффект токсиканта отсутствовал. Эти данные хорошо согласуются с выводами Томаса и Хендрикса о снижении газочувствительности растений в 10 раз в случае падения влажности воздуха от 100 до 0%. Различия в газочувствительности растений в зависимости от условий влажности отражают неодинаковое накопление загрязнителя в органах ассимиляции. Оно увеличивается по мере повышения тургорного давления и более полного открывания устьиц (Сергейчик, 1984). Инверсии и слабые ветры способствуют сильному возрастанию фитотоксичности  $\text{SO}_2$  при скоплении в районах с пониженным рельефом местности. Фитотоксичность  $\text{SO}_2$  увеличивается в условиях засухи (Николаевский, 1969) и крайне холодной зимы.

**Влияние времени суток.** Газочувствительность растений изменяется в течение суток. Она наиболее высока в предполуденное время, спустя 4-5 часа, после рассвета. Ранним утром, вечером и ночью газочувствительность падает (Лесные экосистемы.., 1990). В экспериментах по определению количества поглощаемой  $\text{SO}_2$  в темновой и световой периоды было показано, что ночью в листьях накапливается в 3 раза меньше

серы, чем днем (Майснер, 1981). Имеются данные о резком ослаблении фитотоксичности  $\text{SO}_2$  в затенении. Под пологом дубово-липового леса по сравнению с его опушкой газовые ожоги исчезают не только у световых, более ксероморфных, но и у теневых листьев (Кулагин, 1974).

#### Окись углерода

Окись углерода малотоксична для растений, но считается, что зеленые насаждения не способны очищать от нее атмосферу (Николайкина, 2003). Повышение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере, даже без учета глобального потепления, способно привести к значительному изменению структуры и функционирования экосистем, что скажется неблагоприятно на растениях (Алексеев и др., 1999). Удвоение концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере влияет на древесные растения за счет:

- снижения обмена веществ, через устьичный аппарат;
- усилению фотосинтеза.

В большинстве случаев это приводит к увеличению прироста деревьев и эффективности водопоглощения.

**Морфология.** Длительное выдерживание растений при высокой концентрации  $\text{CO}_2$  сопровождается увеличением площади и толщины листа, стимуляцией роста побегов второго порядка, увеличением ветвления или кущения (Павлов, 2003), также увеличивается длина стеблей и корней, количество цветков, плодов и семян, возрастает доля корней и запасающих органов. Наблюдается увеличение продолжительности жизни, изменение времени смены фаз развития, увеличивается число клеток мезофилла и хлоропластов (Романова, 2005).

**Биохимия.** Исходя из физиологических особенностей, пользу от повышения  $\text{CO}_2$  могут извлечь C<sub>3</sub>-растения, к которым относятся практически все деревья. У C<sub>3</sub>-растений на первой стадии фиксации молекула  $\text{CO}_2$  связывается с рибулозодифосфатом, содержащим 5-углеродный сахар. В результате реакции, происходящей под действием фермента рибулозодифосфаткарбоксилазы, образуется короткоживущее нестабильное соединение, включающее 6-углеродный сахар. Оно распадается на два производных, которые содержат по три атома углерода – отсюда и название «C<sub>3</sub>-растения». С диоксидом углерода за активный центр рибулозодифосфаткарбоксилазы конкурирует кислород атмосферного воздуха. Если побеждает кислород, растение теряет энергию, так как во время утилизации кислорода не происходит фиксации  $\text{CO}_2$  (Калверт, 1988). По мере увеличения концентрации  $\text{CO}_2$  вероятность связывания с активным центром фермента повышается. Однако у этих растений, в условиях возросшей концентрации  $\text{CO}_2$  сначала происходит усиление фотосинтеза, но после временной активации наступает его торможение (Соловьев и др., 1989). Транспортная система растения полигенная и зависит от многих факторов (энергетических, гормональных и др.), поэтому не может быстро перестроиться. Поэтому при длительном воздействии на растение  $\text{CO}_2$ , в условиях повышенной концентрации, фотосинтез снижается из-за избыточного накопления крахмала в хлоропластах (Мокроносов, 1992).

**Физиология.** Наиболее часто наблюдаемая реакция растений на повышение концентрации  $\text{CO}_2$  – уменьшение устьичной щели и, как следствие, уменьшение проводимости водяного пара. Экспериментальные данные об изменениях числа устьиц на единице площади листьев при повышении концентрации  $\text{CO}_2$  в современных условиях еще крайне ограничены и противоречивы. В то же время, установлено, что в предыдущие геологические эпохи число устьиц на единице поверхности листа при низком содержании  $\text{CO}_2$  в атмосфере увеличивалось, а при  $\text{CO}_2$  высоком – снижалось (Романова, 2005).

При изменении концентрации в широких пределах, в растениях, представляющих наиболее северные леса умеренной полосы, усиливается фотосинтез (Соловьев и др., 1989).

Изменение концентрации  $\text{CO}_2$  должно быть строго сбалансировано с потребление азота, фосфора, других питательных веществ, света, воды, без нарушения экологического

равновесия (Алексеев и др., 1999). Нарушение баланса, безусловно, скажется на устойчивости растений и их продуктивности (Павлов, 2003).

#### Оксиды азота

Среди них наиболее распространенными загрязнителями воздуха являются оксид азота NO(II) и диоксид азота NO<sub>2</sub> (IY).

Оксид азота NO – бесцветный тяжелый газ, кислородом воздуха окисляется до диоксида азота.

Диоксид азота NO<sub>2</sub> - газ коричнево-бурого цвета (плотностью 1,49 кг/м<sup>3</sup>), который, реагируя с влагой воздуха, превращается в азотную и азотистую кислоты. Время жизни NO<sub>2</sub> в атмосфере около 3 суток. NO<sub>2</sub> обуславливает фотохимическое загрязнение атмосферы, поскольку реагирует с другими веществами: с диоксидом серы SO<sub>2</sub>, кислородом, углеводородами. Диоксид азота в пять раз токсичнее оксида азота. В атмосфере оксид и диоксид азота находятся в динамическом равновесии, превращаясь друг в друга в результате фотохимических реакций, в которых участвуют в качестве катализатора. Их соотношение в воздухе зависит от интенсивности солнечного излучения, концентрации окислителей и других факторов (Косулина, 1993).

Оксиды азота вызывают сходные с диоксидом серы физико-биохимические повреждения у древесных пород (Хвастунов, 1999).

**Морфология.** В городском воздухе, в зонах с повышенным содержанием окислов азота, наблюдается «позеленение» стволов и нижних ветвей деревьев, что способствует интенсивному разрастанию на коре деревьев мелких водорослей зеленого цвета. Они получают необходимое им обильное азотное питание непосредственно из воздуха. На листьях появляются темно-коричневые или темные почки, расположенные между жилками и по краю листа (Косулина, 1993). В концентрациях более 2 мг/м<sup>3</sup> вызывают глубокие повреждения листьев. Отличительной особенностью их являются буровато-черные участки, чаще всего у вершины и у периферии листовой пластинки (Хвастунов, 1999).

**Физиология.** Двуокись азота ингибирует транспирацию в освещенных листьях, вызывая частичное закрывание устьиц (Илькун, 1978). Действие газообразных NO и NO<sub>2</sub> в концентрациях не приводящих к появлению видимых повреждений, вызывает понижение интенсивности фотосинтеза. Комбинированное действие этих газов аддитивно, однако эффект воздействия NO проявляется быстрее, чем эффект действия NO<sub>2</sub>. Ингибирование фотосинтеза под действием NOx может быть вызвано конкуренцией за НАДФН, происходящих в хлоропластах процессов восстановления нитрита и ассимиляции CO<sub>2</sub>. Закисление, вызванное NO<sub>2</sub> влияет на транспорт электронов и фотофосфорилирование (Трахтенберг, 1994). Под действием NO<sub>2</sub> происходит разбухание мембран хлоропластов (Загрязнение воздуха.., 1988).

По сообщению Г. Хаута (1975) NO<sub>2</sub> в 1,5-5 раз менее токсичен для растений по сравнению с SO<sub>2</sub>. Хаут считает, что безвредная концентрация NO<sub>2</sub> составляет 0,35 мг/м<sup>3</sup> при длительном действии на растения и 0,8 мг/м<sup>3</sup> при газации 30 мин. Фитотоксичность окислов азота повышается при одновременном проникновении их в листья вместе с сернистым газом и озоном (Илькун, 1978).

#### Аммиак

Аммиак для растений менее токсичен, чем сернистый газ, однако при длительном воздействии даже низких его концентраций обнаруживаются заметные признаки повреждения растений (Соловьева, 2003).

**Морфология.** Повышенные концентрации аммиака вызывают появление темных, почти черных, пятен некрозов на обеих поверхностях листа, опадание листьев (Павлов, 2003).

**Физиология.** Биохимические и структурные изменения мембран могут происходить под действием образующегося из диоксида азота NH<sub>3</sub>, не включенного в

аминосоединения.  $\text{NH}_3$  ингибитирует фотосинтез путем разобщения электронного транспорта и приводит к структурным нарушениям (Загрязнение воздуха.., 1988).

### Пыль

Пыль, представляет собой взвешенные в воздухе или осевшие на поверхности тех или иных объектов твердые частицы наземного (в том числе промышленного), вулканического, органического или космического происхождения. Наибольшей фитотоксичностью обладают пылевые выбросы алюминиевых заводов, электростанций, металлургических предприятий, асBESTовых, цементных заводов, предприятий бытовой химии и ряда других. В общем объеме антропогенных выбросов промышленная пыль разнообразных производств составляет всего 10% и более, но последствия ее фитотоксического действия подчас бывает трудно оценить (Хвастунов, 1999).

Степень отрицательного воздействия промышленной пыли на растения зависит от ряда факторов, среди которых основными являются ее химический состав и растворимость в воде, скорость оседания пылевых частиц и продолжительность удерживания их на поверхности, возможность образования воздухонепроницаемых корок (Соловьева, 2001).

Токсическое действие промышленной пыли оказывает на растения прямой и косвенный эффект. Прямой эффект обычно связан с наличием острых повреждений, вызванных тремя типами фитотоксических воздействий: механическим, физическим, химическим (Соловьев и др., 1989).

Механическое воздействие пыли оценивается не только количеством пыли осевшей на надземных органах растений, но и характером распределения пылевых частиц на листовых пластинках. При этом важно учитывать связь осевшей пыли со структурными элементами листа – устьицами, через которые осуществляется газообмен растений (Тищенко, 1993). Твердые частицы обычно распределяются по поверхности очагами, скапливаясь на кончике листа и по его периферии. Механическая закупорка твердыми частицами устьичной щели может нарушить устьичную регуляцию и соответственно процессы газообмена и транспирации (Косулина, 1993).

Физическое действие пыли может проявиться в изменении оптических свойств света, проходящего через слой пыли. Это приводит к резкому повышению адсорбции длинноволнового излучения. В результате запыленные листья суммарно поглощают больше лучистой энергии за счет инфракрасного излучения, что приводит к повышению температуры запыленных листьев. Чем плотнее слой пыли, тем выше температурный градиент листа, а, следовательно, больший расход воды на транспирацию. Повышение транспирации приводит к усиленному расходованию запаса влаги из корнеобитаемого слоя почвы и при ограниченном запасе влаги в засушливые периоды способствует установлению глубокого водного дефицита. Повышение температуры запыленных листьев в сочетании с водным дефицитом является причиной подавления фотосинтетической активности и других физиологических функций растений (Соловьева, 2001).

Химическое действие пыли обусловлено фитотоксичностью составляющих ее частиц и их растворимостью в воде, гидратированной из воздуха.

Биологические системы постоянно обмениваются с окружающей средой веществом, энергией, информацией и потому их функциональное состояние находится в полной зависимости от состояния среды. В определенных границах биосистемы способны приспособливаться к изменению свойств окружающей среды. При этом изменяются их биохимические, физиологические, морфологические характеристики, а, стало быть, и чувствительность к ксенобиотикам. Колебания чувствительности к ядам в зависимости от условий, в которых яд действует, отмечаются на всех уровнях организации жизни: клеточном, органном, организменном, популяционном. Наибольшее количество данных по этому вопросу получено в эксперименте применительно к целостному организму лабораторных животных различных видов. Имеются отдельные наблюдения на людях.

Проблема практически не изучена на уровне популяций, хотя в будущем это может иметь очень большое значение для решения практических экотоксикологических задач.

Свойства среды влияют на все звенья цепи формирования и развития токсического процесса: резорбцию, распределение, метаболизм, элиминацию ксенобиотика, взаимодействие его с рецепторами, активацию патологических и репаративных процессов. Количество и качество потребляемой пищи оказывают сложное влияние на чувствительность человека и животных к токсикантам. молекулы, обладающие биодоступностью, т.е. способные взаимодействовать немеханическим путем с живыми организмами. Как правило, это соединения, находящиеся в газообразном или жидком состоянии, в форме водных растворов, адсорбированные на частицах почвы и различных поверхностях, твердые вещества, но в виде мелко дисперсной пыли (размер частиц менее 50 мкм), наконец вещества, поступающие в организм с пищей.

Часть биодоступных соединений утилизируется организмами, участвуя в процессах их пластического и энергетического обмена с окружающей средой, т.е. выступают в качестве ресурсов среды обитания. Другие же, поступая в организм животных и растений, не используются как источники энергии или пластический материал, но, действуя в достаточных дозах и концентрациях, способны существенно модифицировать течение нормальных физиологических процессов. Такие соединения называются чужеродными или ксенобиотиками (чужды жизни).

Совокупность чужеродных веществ, содержащихся в окружающей среде (воде, почве, воздухе и живых организмах) в форме (агрегатном состоянии), позволяющей им вступать в химические и физико-химические взаимодействия с биологическими объектами экосистемы составляют ксенобиотический профиль биогеоценоза. Ксенобиотический профиль следует рассматривать как один из важнейших факторов внешней среды (наряду с температурой, освещенностью, влажностью, трофическими условиями и т.д.), который может быть описан качественными и количественными характеристиками.

Важным элементом ксенобиотического профиля являются чужеродные вещества, содержащиеся в органах и тканях живых существ, поскольку все они рано или поздно потребляются другими организмами (т.е. обладают биодоступностью), а также в почве.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### **2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).**

**Тема:** «Типология и классификация земель с/х назначения».

**2.1.1 Цель работы:** Изучить особенности типологии и классификации земель с/х назначения.

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Охарактеризуйте основные типы классификации земель с/х назначения.
2. Перечислите основные почвенные типы.
3. Охарактеризуйте классы землепригодности и категории земель
4. Выделите основные пункты агроэкологической оценки.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Лабораторная посуда и инструменты, нитратомер портативный, набор микроскопической техники, аналитические весы, муфельная печь, сушильный шкаф, термостат, почвенное сито, многопараметровый колориметр, тигли низкие, бюксы.

#### **2.1.3 Описание (ход) работы:**

Кратко в тетрадь законспектировать вопросы занятия. В результате проведенного занятия студент должен знать, основные типы классификации земель с/х назначения, основные почвенные типы и классы землепригодности и категории земель.

## **2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).**

**Тема:** «Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных культур по их биологическим требованиям к условиям произрастания».

**2.2.1 Цель работы:** Изучить агроэкологическую оценку с/х культур.

**2.2.2 Задачи работы:**

1. Требования растений к теплообеспеченности температурному режиму.
2. Отношение растений к свету
3. Отношение растений к влагообеспеченности.
4. Потребность растений в элементах питания и характер их потребления
5. Требования растений к физическим условиям почв, их сложению и структурному состоянию

**2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Лабораторная посуда и инструменты, нитратомер портативный, набор микроскопической техники, аналитические весы, муфельная печь, сушильный шкаф, термостат, почвенное сито, многопараметровый колориметр, тигли низкие, бюксы.

**2.2.4 Описание (ход) работы:**

Кратко в тетрадь законспектировать вопросы занятия, представить доклады с использованием презентации. В результате проведенного занятия студент должен знать биологические требования с/х культур к условиям произрастания.

## **2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).**

**Тема:** «Экологические характеристики почв. Физический, механический и биологический состав почв».

**2.3.1 Цель работы:** Изучить экологические параметры почв.

**2.3.2 Задачи работы:**

1. Изучить почвообразующие породы.
2. Охарактеризовать органические соединения почвы.
3. Охарактеризовать водно-физические свойства почвы.
4. Дать характеристику физическому, механическому и биологическому составу почв.

**2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**  
Набор сит. Весы ВСЛ-2К/0,01.

**2.3.4 Описание (ход) работы:**

Кратко в тетрадь законспектировать вопросы занятия. В результате проведенного занятия студент должен изучить экологические параметры почв. Уметь характеризовать физический, механический и биологический состав почв.

## **2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часа).**

**Тема:** «Оценка влагообеспеченности территорий. Расчет урожайности по влагообеспеченности. Показатели увлажнения. Виды засухи».

**2.4.1 Цель работы:** Научиться определять водные свойства почвы.

**2.4.2 Задачи работы:**

1. Изучить определение влажности почвы термостатно-весовым методом
2. Изучить определение влажности почвы методом сжигания спирта
3. Изучить определение влажности почвы в полевых условиях органолептически (по С.В. Астапову).
4. Изучить определение максимальной гигроскопичности почвы по методу А.В. Николаева

5. Изучить расчет запаса влаги в почве, суммарного потребления и коэффициента водопотребления.

**2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**  
Термостат ТСО 1/180СПУ. Весы ВСЛ-К/0,01.

**2.4.4 Описание (ход) работы:**

Кратко в тетрадь законспектировать вопросы занятия и провести расчеты по примерам. В результате проведенного занятия студент должен научиться определять водные свойства почвы, знать оценку влагообеспеченности территорий, виды засухи.

## **2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часа).**

**Тема:** «Классификация сорных растений. Характеристика биологических групп сорных растений».

**2.5.1 Цель работы:** Изучить классификацию сорных растений и методы борьбы с сорняками в агроценозах в зависимости от их биологической классификации.

**2.5.2 Задачи работы:**

1. Охарактеризовать классификацию сорных растений.
2. Изучить методы борьбы с сорняками.

**2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**  
Методические указания, материалы и приборы.

**2.5.4 Описание (ход) работы:**

Кратко в тетрадь законспектировать вопросы занятия. В результате проведенного занятия студент должен изучить задачи данной работы и суметь ответить на вопросы по данной теме.

## **2.6 Лабораторная работа № 6 (2 часа).**

**Тема:** «Почва как среда обитания простейших и беспозвоночных животных».

**2.6.1 Цель работы:** Изучить простейших и беспозвоночных животных почвы, микроскопической фауны почвы и их особенностей строения.

**2.6.2 Задачи работы:**

1. Изучить почвенные водоросли.
2. Экологические особенности почвенных организмов.
3. Охарактеризовать почвенных животных.

**2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**  
Микроскопы МС-10.

**2.6.4 Описание (ход) работы:**

Кратко в тетрадь законспектировать вопросы занятия. В результате проведенного занятия студент должен изучить теоретический материал, и предоставить доклады с использованием презентации.

## **2.7 Лабораторная работа № 7 (2 часа).**

**Тема:** «Азотфикссирующие, нитрифицирующие и аммонифицирующие группы микроорганизмов».

**2.7.1 Цель работы:** Изучить методики определения микробиологической активности почв и теоретический материал по теме.

**2.7.2 Задачи работы:**

1. Охарактеризовать методы изучения почвенной биоты.
2. Научиться определять объекты в почвенном образце.
3. Изучить методики определения м/б активности почв.

**2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Лабораторная посуда и инструменты, нитратомерпортативный, набор микроскопической техники, аналитические весы, муфельная печь, сушильный шкаф, термостат, почвенное сито, многопараметровый колориметр, тигли низкие, бюксы.

**2.7.4        Описание (ход) работы:**

Кратко в тетрадь законспектировать вопросы занятия и решить предложенные задачи. В результате проведенного занятия студент должен изучить предложенные методики и выполнить соответствующие расчеты.

**2.8   Лабораторная работа № 8 (2 часа).**

**Тема:** «Классификация удобрений. Определение видов удобрений по качественным реакциям».

**2.8.1        Цель работы:** Изучить виды удобрений и их классификацию, особенности их свойств и применения.

**2.8.2        Задачи работы:**

1.Охарактеризовать виды удобрений по качественным реакциям.

2.Изучить классификацию удобрений и их особенности.

**2.8.3        Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Химическая посуда, реактивы.

**2.8.4        Описание (ход) работы:**

Кратко в тетрадь законспектировать вопросы занятия и выбор темы для доклада. В результате проведенного занятия студент должен изучить теоретический материал лабораторной работы.

**3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ****ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Не предусмотрено РУП.

**4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ****ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Не предусмотрено РУП.