

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Приморская государственная сельскохозяйственная академия»

Иванова Е.П.

Практикум по сельскохозяйственной ЭКОЛОГИИ

Учебное пособие

«Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агрономическому образованию в качестве учебного пособия для подготовки бакалавров по направлению 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение».

Уссурийск 2015

УДК 631.95 (076.5)

ББК 40+28.081я73

И 21

Иванова Е.П.

И 21 Практикум по сельскохозяйственной экологии: учебное пособие / Е.П. Иванова; ФГБОУ ВПО ПГСХА. – Уссурийск, 2015. – 139с.

Практикум по сельскохозяйственной экологии для студентов направления подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» профиль «Агроэкология» разработан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, рабочего учебного плана направления подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение».

Пособие предназначено для проведения лабораторно-практических работ по дисциплине «Сельскохозяйственная экология».

Рецензенты: А.А. Моисеенко, доктор с.-х. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и агрохимии ФГБНУ «Приморский НИИСХ» Россельхозакадемии;
М.С. Квасникова, канд. с.-х. наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства Института земледелия и природообустройства.

© Е.П. Иванова, 2015

© ФГБОУ ВПО ПГСХА, 2015

Содержание

Введение.....	5
Лабораторная работа № 1	
Определение качества зерна и зернопродуктов по показателю кислотности.	8
Лабораторно-практическая № 2	
Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от ферменного биогеоценоза.....	11
Лабораторная работа № 3	
Воздействие ионов металлов на активность амилазы. Белки как противоядие для ионов тяжёлых металлов.....	17
Лабораторная работа № 4	
Влияние солей тяжелых металлов на коагуляцию растительных и животных белков.....	22
Лабораторная работа № 5	
Качественное определение содержания нитратов в продуктах питания.	
Оптимизация потребления растительной продукции с нитратами.....	26
Лабораторно-практическая работа № 6	
Определение выноса биогенных элементов с сельскохозяйственных угодий	34
Лабораторно-практическая работа № 7	
Загрязнение почв тяжелыми металлами и здоровье человека.....	38
Лабораторная работа № 8	
Определение остаточных количеств фосфорорганических пестицидов методом тонкослойной хроматографии.....	45
Лабораторно-практическая работа № 9	
Расчет платы за загрязнение земель химическими веществами.....	52
Лабораторно-практическая работа № 10	
Агроэкологическая роль биологического азота.....	65
Лабораторно-практическая работа № 11	
Альтернативное земледелие. Вермикультура и биогумус:	

экологические аспекты подготовки и применения.....	70
Лабораторно-практическая работа № 12	
Применение методов биоиндикации и биотестирования в агроэкологии	82
Лабораторно-практическая работа № 13	
Оценка безотходности производства продукции.....	88
Лабораторно-практическая работа № 14	
Расчет биоэнергетического потенциала агроландшафта (БЭПТ) и биоклиматического потенциала продуктивности (БКП).....	92
Лабораторно-практическая работа № 15	
Экологическая реконструкция городов и жилых зданий, экодому.....	101
Тематика семинаров и рефератов.....	109
Вопросы для самостоятельной работы студентов.....	110
Рекомендуемая литература.....	112
Тестовые задания по разделам дисциплины.....	114
Приложения.....	132

Введение

«Причина возникновения и падения наций лежит в одном и том же. Расхищение плодородия почв обуславливает их гибель. Поддержание этого плодородия – их жизнь, богатство и могущество».
Юстус Либих, один из основателей агрохимии

В выработке и осуществлении целенаправленной государственной экологической политики огромную роль играют прикладные направления экологии, к которым относится и агроэкология, позволяющая оптимизировать взаимодействие человека и природы в процессе сельскохозяйственного производства.

Возделывание сельскохозяйственных растений и разведение животных – наиболее активные формы взаимодействия человека и природы. Параллельно интенсифицируется рост «давления» на природные комплексы. Результатами этого «давления» являются: эрозия, засоление и заболачивание почв, уменьшение содержания в них гумуса, гибель полезной микрофлоры, загрязнение почв тяжелыми металлами, остаточными количествами пестицидов, уничтожение природных местообитаний и обеднение видового состава растений и животных, изменение гидрологического режима территорий, загрязнение компонентов биосферы, нарушение естественного биогеохимического круговорота веществ и т.д.

От экологической грамотности специалистов сельского хозяйства зависят защита окружающей среды от загрязнения и разрушения, снижение ресурсо-, материало- и энергоёмкости сельскохозяйственного производства, внедрение малоотходных технологических систем и процессов, минимизация потерь сельскохозяйственной продукции, внедрение природосообразных систем ведения земледелия, животноводства, производство экологически безопасной продукции и т.д. Экологизация должна быть неотъемлемым элементом плановой и технологической дисциплины в АПК, что создаст более действенные предпосылки рачительного хозяйствования на земле и обеспечит процветание и благополучие государства.

Важной задачей в подготовке бакалавров направления 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» является формирование экологического сознания при решении проблем природообустройства и рационального природопользования. В современных условиях только грамотные специалисты способны критически оценить состояние природной среды и её изменения под влиянием деятельности человека в процессе сельскохозяйственного производства.

Дисциплина «Сельскохозяйственная экология» обеспечивает формирование компетенций, приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО направления подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение». Данная дисциплина относится к базовой части профессионального цикла дисциплин рабочего учебного плана по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение».

Цель дисциплины: формирование знаний и умений по агроэкосистемам, экологическим проблемам сельского хозяйства и методам их решения.

Задачами дисциплины является изучение:

- природно-ресурсного потенциала и почвенно-биологического комплекса агроэкосистем;
- экологических проблем сельского хозяйства;
- основных направлений устойчивого развития агроэкосистем и оптимизации использования агроландшафтов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: понятие об агроэкосистемах, природно-ресурсный потенциал сельскохозяйственного производства, почвенно-биотический комплекс, экологические проблемы сельскохозяйственного производства и методы их решения, региональные особенности экологической ситуации (качество природной среды, состояние природных ресурсов, влияние экологических факторов среды на здоровье населения, воздействие отраслей сельского хозяйства на окружающую природную среду Приморского края), пути снижения ресурсо-, материало- и энергоемкости сельскохозяйственного

производства, минимизации потерь сельскохозяйственной продукции, а также пути устойчивого развития агроэкосистем, агроэкологический мониторинг.

Уметь: использовать метод инициированного микробного сообщества в экологических исследованиях, проводить биоиндикацию экологического состояния почв и различные биотесты, оценивать изменения качества сельскохозяйственной продукции.

Владеть: методами оценки качества сельскохозяйственной продукции; методами оценки и прогнозирования последствий антропогенной деятельности в агропромышленном производстве.

Изучение курса «Сельскохозяйственная экология» можно условно разделить на четыре части:

- прослушивание студентами лекционного курса;
- выполнение заданий на лабораторно-практических и семинарских занятиях;
- внеаудиторное изучение содержания тем курса;
- подготовка к сдаче экзамена.

Лабораторная работа № 1

Определение качества зерна и зернопродуктов по показателю кислотности.

Цель работы: научиться определять кислотность зернопродуктов титриметрическим методом.

Принцип метода заключается в способности кислореагирующих веществ зерна нейтрализовать щелочь, которой титруют водную суспензию размолотого зерна.

Теоретические сведения

В состав зерна входят вещества, которые в водных растворах диссоциируют с образованием ионов водорода и гидроксила. Таким образом, зерно способно связывать кислоту и щелочь.

Показателями свежести зерна и зернопродуктов являются:

1. Внешний вид (форма, размер, состояние покровных тканей, окраска), визуальный осмотр которого дает представление о полноценности партии. Зерно должно быть не морозобойным, не щуплым, не блеклым, не морщинистым, не должно быть проросших семян, поврежденных насекомыми – вредителями, болезнями.

2. Запах (не должно быть посторонних, амбарных, плесневелых, затхлых запахов, запах должен быть типичным, свойственным для данного типа зерна).

3. Вкус (так же типичный) определяют, если возникают сомнения, вызванные при определении запаха.

4. Титруемая кислотность – дополнительный признак, характеризующий качество зерна.

Для оценки качества зерна и крупы большое значение имеют их физико-химические свойства, в первую очередь кислотность.

Под *кислотностью* зерна понимают количество миллилитров (мл) нормального раствора едкой щелочи, пошедшей на нейтрализацию при

титровании кислореагирующих веществ, содержащихся в 100 г зерна. Измеряется в градусах (°).

Для определения кислотности зерна применяют водную болтушку (суспензию) размолотого зерна, а также водную, спиртовую и эфирную вытяжки.

В зерне хотя и в небольших количествах, присутствуют органические кислоты (муравьиная, уксусная, щавелевая, молочная, яблочная), а также кислые фосфорнокислые соли, способные нейтрализовать щелочь.

Большинство биохимических процессов в зерне, муке и крупе при хранении сопровождается накоплением кислых продуктов. Хранение зерна, а так же его порча (прораствание, самосогревание, плесневение) сопровождается увеличением кислотности. Это является результатом распада (гидролиза) жиров под влиянием фермента липазы с образованием свободных жирных кислот, разложение фосфорорганических соединений (фосфатидов, фитина, фитостеринов), в результате чего происходит накопление кислых фосфорнокислых солей.

Таким образом, кислотность служит показателем качества и свежести зерна и продуктов его переработки. В среднем, кислотность зерна не должна превышать 3,5°, кислотность выше 3,5° свидетельствует о порче зерна, при кислотности выше 9° зерно не подлежит реализации.

Оборудование и реактивы:

1. Мельница лабораторная;
2. Сита;
3. Весы лабораторные;
4. Колбы конические на 250мл;
5. Штатив с бюреткой;
6. Пластинки стеклянные размером 20x20см;
7. NaOH, 0,1 моль/дм³ (н) раствор;
8. Фенолфталеин, 3% спиртовой раствор;
9. Вода дистиллированная.

Ход определения:

1. Из средней пробы делителем или вручную выделяют 50 г зерна, очищают его от сорной примеси, за исключением испорченных зёрен, размалывают на лабораторной мельнице и просеивают через сито.

2. Размолотое зерно переносят на стеклянную пластинку, перемешивают, распределяют ровным слоем и придавливают другим стеклом так, чтобы слой под стеклом получился не толще 3-4мм. Затем, удалив верхнее стекло, отбирают не менее чем из десяти мест две навески по 5 г молотого зерна каждая.

3. Взвешенную навеску размолотого зерна высыпают в сухую коническую колбу, приливают 100 мл дистиллированной воды, взбалтывают и фильтруют.

4. Добавляют 5 капель фенолфталеина, взбалтывают.

5. Титруют 0,1 н раствором NaOH. Титрование ведется медленно, особенно в конце реакции, при постоянном взбалтывании колбы до появления ясного розового окрашивания.

6. Кислотность (X) в градусах кислотности определяют объёмом 1 моль/дм³ (н) раствора NaOH, требующегося для нейтрализации кислоты в 100 г продукта:

$$X = \frac{V \cdot 100}{m \cdot 10},$$

где V – объём 0,1 моль/дм³ (н) раствора NaOH, пошедшей на титрование,

m – масса навески размолотого зерна,

100 – в 100 г продукта.

1/10 – коэффициент пересчета 0,1 моль/дм³ (н) раствора щелочи на 1 моль/дм³ (н).

Вычисления проводят до сотых долей градусов, с последующим округлением до десятых. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 0,2°.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под определением кислотности зернопродуктов?
2. Назовите органические кислоты, присутствующие в зерне.
3. Какими методами определяют кислотность зерна?
4. Каково значение показателя кислотности в свежем зерне и зернопродуктах и как оно изменяется при хранении?

Рекомендуемая литература:

1. ГОСТ 26971-86. Зерно, крупа, мука, толокно для продуктов детского питания. Определение кислотности.
2. ГОСТ 27493-87. Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке.
3. ГОСТ 26312.6-84 Крупа. Метод определения кислотности по болтушке.
4. Казаков Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512с.

Лабораторно-практическая работа № 2

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от ферменного биогеоценоза

Цель работы: освоить методику расчета выбросов загрязняющих веществ от организованных и неорганизованных источников свиноводческого комплекса.

Теоретические сведения

Ферменный биогеоценоз (по Н. А. Уразаеву) – это природно-техническая система, состоящая из сельскохозяйственных животных и среды их обитания в форме скотного двора, животноводческой фермы или промышленного комплекса. Жизнедеятельность и продуктивность животных во многом определяется абиотическими факторами ферменного биогеоценоза.

Атмосферный воздух участвует в процессах дыхания животных. Так, за сутки лошадь пропускает через легкие 86 тыс. л воздуха, баран весом 100 кг – 20 тыс. л. Животные выделяют тепло, водяной пар, углекислый газ (CO_2), аммиак (NH_3), сероводород (H_2S), пыль.

В вентилируемом свиноматке концентрация углекислого газа (он бесцветный и не имеет запаха) – 0,6-1,8%; без вентиляции достигает 4%. Концентрация CO_2 , равная примерно 10 %, вызывает удушье, а смерть наступает при 25% и более. Допустимые концентрации CO_2 : 0,15% или 2700 мг/м³ (телята до 60 дней, цыплята, утки); 0,2% или 3600 мг/м³ (свиньи, куры-несушки); 0,25% или 4500 мг/м³ (КРС); 0,3% или 5500 мг/м³ (овцы).

В вентилируемом свиноматке концентрация аммиака (бесцветного газа с едким запахом) обычно составляет $3,5 \cdot 10^{-3}$ %, без вентиляции – до $1,76 \cdot 10^{-2}$ %. Концентрация аммиака 0,5% вызывает у свиней удушье. Допустимые концентрации NH_3 (мг/м³): 10 (куры, утки, кролики); 15 (телята до 60 дней, свиноматки с поросятами); 20 (КРС, свиньи); 30 (овцы).

Сероводород – токсичный газ. В вентилируемых помещениях концентрация сероводорода (он имеет запах тухлых яиц) составляет 10^{-6} %. Без вентиляции, в течение 6 часов, может возрасти до $28 \cdot 10^{-6}$ %. При концентрации 0,08-0,1% у человека наступает потеря сознания. Постоянное пребывание животных в помещении с концентрацией сероводорода до 0,002 % вызывает, например, у свиней боязнь света, потерю аппетита, нервозность, а свыше 0,002 % – рвоту и понос. Допустимые концентрации H_2S (мг/м³): не более 5 (телята до 20 дней); 5 (птица); 10 (КРС и свиньи); до 20 (овцы).

Допустимая концентрация пыли 1 мг/л или 180 пылинок в 1 см³ воздуха. Накопление вредных веществ сверх допустимого предела отрицательно сказывается на состоянии животных, их аппетите и продуктивности.

Токсичность газов для животных можно представить в виде ряда: $\text{HCN} > \text{H}_2\text{S} > \text{Cl}_2 > \text{SO}_2 > \text{NH}_3$. В животноводческом помещении на одно животное должно приходиться воздуха: корова – 20-25 м³; молодой КРС – 15-20 м³; свиноматка – 20-25 м³; откормочная свинья – 10-15 м³; овца – 5-8 м³.

Нормами технологического проектирования предусмотрены оптимальные параметры микроклимата (таблица 1).

От животноводческих ферм неприятные запахи и микроорганизмы могут распространяться на большие расстояния. Неприятные запахи особенно ощутимы в случае анаэробного сбраживания навоза, при котором образуются сероводород, аммиак, жирные кислоты, амины и меркаптаны.

Таблица 1 – Параметры микроклимата в животноводческих помещениях

Тип помещения, вид и возраст животного (сутки)	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Световой коэф-т (отношение площади окон к площади пола)
Коровники для привязного содержания	8-10	70	1/10-1/15
Коровники для беспривязного содержания	6-8	80-85	1/12-1/15
Родильное отделение и телятник-профилакторий Телята: 1-20 20-60 60-120	18-20 16-20 15-17 12-15	70	1/10
Телятники	10-12	70	1/10-1/15
Свинарники для маток	10-12	70-75	1/10
Свинарники для поросят: 1-26 30 45 60	16-18 24-30 23 22 21	70-75	1/15
Овчарни Ягнята 1-10	3-5 10-17	75-80	1/20
Крольчата 1-20	14-16	—	—
Птичники для клеточного содержания кур Цыплята: 1-5 6-12 13-21	16-18 33-35 28-33 25-28	70-75	1/10
Индюшата: 1-5 6-12 13-21	35-37 32-35 29-32	70-75	1/10
Гусята 1-20	28-32		
Утята: 1- 10 11- 21	24-28 20		
Конюшни	6-8	70-75	1/10-1/15

Газообразные продукты разложения бесподстилочного навоза способны проникать в высокие слои атмосферы вследствие турбулентного перемешивания воздуха. В атмосферном воздухе под воздействием различных факторов у микроорганизмов могут изменяться видовые признаки и свойства (морфологические, биохимические, серологические), в результате возникают атипичные формы микробов, которые вызывают латентные, трудно распознаваемые инфекции. Поэтому в зоне промышленного животноводства должны быть предусмотрены мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды. Прежде всего, это обеспечение безопасности навоза в эпидемиологическом и эпизоотологическом отношении, уменьшение возможности загрязнения воздуха и распространения загрязняющих веществ аэрогенным путем.

Основными загрязняющими веществами являются: микроорганизмы, аммиак, меркаптаны, сероводород, пыль меховая (шерстяная, пуховая). Специфика предприятий по выращиванию, откорму и содержанию животных определяется:

а) преобладающим влиянием неорганизованных выбросов (пруды-отстойники, навозохранилища, очистные сооружения) – до 99,5% от общего объема выбросов;

б) нерегулярным характером процессов выделения и образования загрязняющих веществ, определяющих выбросы как от самих животных, так и от продуктов их жизнедеятельности, связанной с деятельностью микроорганизмов – деструкторов, которая зависит от абиотических и биотических факторов.

Общие выбросы i -го загрязняющего вещества $M_{\text{жи}}$ (т/год) складываются из организованных M_{oi} (т/год) и неорганизованных $M_{\text{ни}}$ (т/год) выбросов (Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу, 1997):

$$M_{\text{жи}} = M_{\text{oi}} + M_{\text{ни}}. \quad (1)$$

Организованные выбросы загрязняющих веществ рассчитываются отдельно для теплого (выше +5°C), переходного (от +5°C до -5°C) и холодного (ниже - 5°C) периодов года по формуле:

$$M_{oi} = k \cdot m_{oi} \cdot n_{ж} \cdot g, \quad (2)$$

где $k = 31,5$ – коэффициент размерности;

m_{oi} – удельные выбросы i -го загрязняющего вещества для животных определенного вида, участвующих в одном технологическом процессе; устанавливаются с учетом времени года, численности животных и периодичности удаления навоза из помещения фермы;

$n_{ж}$ – количество животных одного технологического процесса, голов;

g – средняя масса одного животного (ц).

Неорганизованные выбросы загрязняющих веществ рассчитываются для свиноводческого комплекса отдельно для каждого периода года по формуле:

$$M_{Hi} = 0,0864 \cdot T_{н} \cdot m_{Hi} \cdot n_{ж} g, \quad (3)$$

где $T_{н}$ – количество суток в расчетном периоде года (теплом, переходном, холодном);

m_{Hi} – удельные выбросы i -го загрязняющего вещества для неорганизованных выбросов свиноводческого комплекса;

$n_{ж}$ – количество животных, содержащихся в свиноводческом комплексе;

g – средняя масса животного (ц).

Расчет выбросов загрязняющих веществ от свиноводческих комплексов. Для свиноводческих комплексов выбросы загрязняющих веществ определяются для организованных и неорганизованных источников. От организованных источников выброс i -го загрязняющего вещества устанавливается по формуле (2) с использованием данных, приведенных в Приложениях Б-В.

От неорганизованных источников выброс i -го загрязняющего вещества находится по формуле (3) с использованием данных Приложений Г-Е.

Удельные выбросы загрязняющих веществ от свиней при предубойном их содержании приведены в Приложении А.

Пример: требуется рассчитать организованные и неорганизованные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от откормочного отделения свиноводческого комплекса.

Исходные данные: в свиноводческом комплексе с поголовьем 12 000 свиней в год на «откорме» содержится 4000 свиней общим весом 3067 ц (средний вес одной свиньи 76 кг 675 г). Удаление навоза из откормочного отделения производится ежедневно. Продолжительность периодов года: теплого – 150 дней; холодного – 120 дней; переходного – 95 дней.

По полученным расчетным данным сделать *вывод о воздействии свиноводческого комплекса* на атмосферу по микробному и общему загрязнению.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение ферменного биогеоценоза.
2. Перечислите вредные вещества, присутствующие на территории животноводческого комплекса.
3. Какое влияние эти загрязняющие вещества оказывают на сельскохозяйственных животных и человека?
4. Что значит организованные и неорганизованные источники выбросов?

Рекомендуемая литература:

1. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии: учебное пособие / В.П. Герасименко. – СПб.: Изд-во Лань, 2009. – 432с.

Лабораторная работа № 3

Воздействие ионов металлов на активность амилазы. Белки как противоядие для ионов тяжёлых металлов

Цель работы: изучить воздействие тяжелых металлов на амилазу и подтвердить их токсическое действие на организм.

Теоретические сведения

Тяжелые металлы – приоритетные загрязнители биосферы. Токсическое действие тяжелых металлов может быть прямым и косвенным. В первом случае блокируются ферменты, что приводит к уменьшению либо к прекращению их каталитического действия.

Косвенное влияние тяжелых металлов на организм проявляется в переводе питательных веществ в недоступное состояние и создание «голодной» среды.

Наиболее опасными считаются подвижные формы тяжелых металлов в почве, что в значительной степени зависит от почвенно-экологических факторов (содержания органического вещества, кислотности и плотности почв, окислительно-восстановительных условий, гранулометрического и минералогического состава почвы и т.д.).

Тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, цинк), обладают большим сродством к физиологически важным органическим соединениям и способны подавлять наиболее значимые процессы метаболизма, тормозят рост и развитие. В сельском хозяйстве это приводит к снижению продуктивности и ухудшению качества продукции.

В живых организмах ТМ играют двоякую роль. В малых количествах они входят в состав биологически активных веществ, регулирующих нормальный ход процессов жизнедеятельности. Когда же в результате техногенеза происходит нарушение эволюционно-сложившихся концентраций ТМ, это приводит к отрицательным и даже катастрофическим последствиям для живых организмов. Поступившие, например, в организм

человека тяжелые металлы накапливаются в печени и выводятся крайне медленно.

Для биотрансформации ксенобиотиков наиболее важна оксидазная система, основным звеном которой служит фермент цитохром P-450. Самая мощная монооксигеназная система – в микросомах печени. Немудрено, что там происходит почти 90 % всех превращений чужеродных веществ.

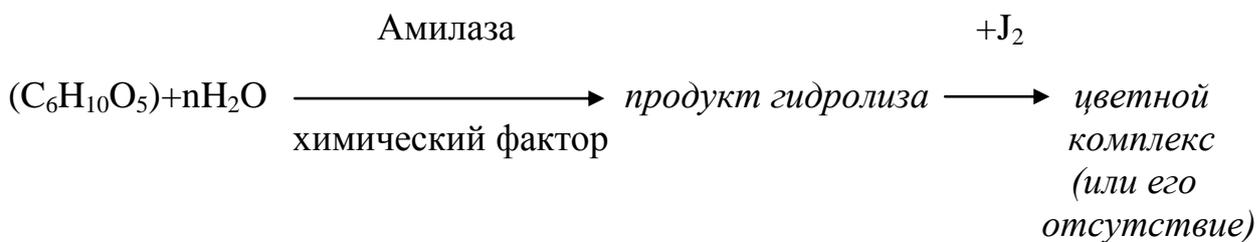
На примере белка, важнейшего компонента пищи, убедимся в том, что питание способно регулировать физиологические и патологические процессы, в том числе и обмен чужеродных веществ.

Исключительная роль белка в превращении ксенобиотиков явствует из того, что он – тот самый материал, из которого строятся и мембраны микросом, и все белки-ферменты, в том числе цитохром P-450. Нехватка белка в пище резко снижает способность печени обезвреживать чужеродные токсичные вещества. Так, токсичность инсектицида каптана при отсутствии белка в корме экспериментальных животных усиливается в 2100 раз.

Амилаза слюны катализирует гидролитическое расщепление крахмала. Разрушение молекул крахмала происходит с образованием сначала крупных осколков декстринов, затем по пути дальнейшего их дробления с образованием конечного продукта – дисахарида мальтозы. Таким образом, уменьшение количества крахмала является признаком протекания ферментативной реакции. В свою очередь, его можно легко определить с помощью качественной реакции на крахмал, проводимой с использованием йода.

Крахмал представляет собой смесь двух полисахаридов (амилопектин и амилоза), построенных из остатков α -глюкозы. Комплекс амилозы с йодом имеет синий цвет, что используется в аналитических целях для открытия крахмала.

Качественная реакция на крахмал с йодом используется в работе для изучения воздействия химических факторов (тяжёлых металлов) на амилазу:



Характер окрашивания реакционной смеси (крахмал, амилаза, химический фактор) после добавления йода позволяет сделать вывод об активности фермента в присутствии изучаемого фактора. Если окраска отсутствует, то крахмал гидролизован, амилаза активна; красно-бурая окраска – произошло частичное расщепление крахмала, активность амилазы снижена; синяя окраска – крахмал не подвергся гидролизу, амилаза не активна.

Таким образом, амилаза является удобным ферментом для постановки учебно-исследовательского эксперимента. Кроме того, изучение студентами фермента своего собственного организма вызывает у них повышенный интерес к результатам опыта.

Опыт 1. Изучение воздействия ионов металлов на активность амилазы.

Токсическое действие ионов металлов на живые организмы связано с протеканием следующих процессов: вытеснением токсичным ионом необходимого металла из биоконплекса; связыванием с макромолекулами и нарушением их биологической функции; сшиванием биомолекул в агрегаты, вредные для организма; разрушением биологически активных межмолекулярных структур (например, разрушение четвертичной структуры ферментов и других белков); нарушением в спаривании нуклеотидных оснований и с ошибками в белковом синтезе.

Основу механизма токсичности составляет взаимодействие ионов металлов с белками, что можно наблюдать в эксперименте.

Оборудование и реактивы:

1. 0,5-1 %-ные растворы солей: меди (CuSO_4); цинка (ZnCl_2), никеля (NiCl_2), железа (FeCl_3), марганца (MnCl_2), алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), серебра (AgNO_3), свинца ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$), кобальта (CoCl_2);
2. 1 % раствор крахмала;
3. Раствор йода в йоде калия;
4. Раствор амилазы;
5. Пробирки.

Ход определения:

1. Приготовить раствор амилазы.
2. Берут 2 пробирки, наносят на них на равном расстоянии 3 метки.
3. В пробирку 1 (контрольную) последовательно наливают до 1-ой метки – раствор амилазы, до 2-ой метки – воду, до 3-ей – раствор крахмала.
4. В пробирку 2 (опытную) наливают: до 1-ой метки – раствор амилазы, до 2-ой – раствор химического соединения (фактора), воздействие которого изучается, до 3-ей – раствор крахмала.
5. Содержимое обеих пробирок аккуратно перемешивают.
6. Пробирки оставляют в штативе на 20 минут.
7. По истечении времени в пробирки добавляют по 2 капли раствора йода, растворы перемешивают, наблюдают развитие окрашивания.
8. Делают вывод (в присутствии ионов металла активность амилазы отсутствует (раствор синий), что и является подтверждением токсического действия ионов металла на организм).

Опыт 2. Белки как противоядие для ионов тяжелых металлов.

Рассмотрение в опыте 1 проблемы токсического действия ионов металлов на живые организмы неизбежно ставит вопрос: существуют ли вещества, способные противодействовать токсическому эффекту? Действие и противодействие в данном случае заключается в проявлении одного и того же свойства ионов металлов – способности образовывать комплексные соединения. При взаимодействии ионов металлов с белками может

происходить сначала частичное, затем более глубокое разрушение пространственной структуры белка, которое по своей сути относится к явлению необратимой денатурации. Именно на этом явлении основано использование молока как противоядия при отравлении тяжелыми металлами.

Оборудование и реактивы:

1. 0,5-1 %-ный раствор соли свинца;
2. Молоко;
3. 1 %-ный раствор крахмала;
4. Раствор амилазы;
5. Раствор йода;
6. Пробирки.

Ход определения:

(по той же схеме, что и опыт 1)

1. В контрольную пробирку наливают раствор амилазы, воду, растворы соли свинца и крахмала.
2. В опытную пробирку наливают раствор амилазы, молоко, растворы соли свинца и крахмала.
3. Содержимое пробирок перемешивают и оставляют в штативе на 20 минут.
4. Добавляют в обе пробирки по 2 капли раствора йода.
5. Делают вывод: в обеих пробирках находились ионы свинца, инактивирующие амилазу, однако в присутствии молока активность амилазы сохранилась, о чем свидетельствует отсутствие синего окрашивания раствора при добавлении йода.

Контрольные вопросы:

1. Поведение тяжелых металлов в системе почва-растение.
2. Какое влияние оказывают тяжелые металлы на организм человека и сельскохозяйственных животных?

3. От чего зависит подвижность тяжелых металлов в почве?
4. Перечислите мероприятия по снижению содержания тяжелых металлов в почве.

Рекомендуемая литература:

1. Жукова Н.И. Биохимические основы экологии человека: учебное пособие / Н.И. Жукова. – Уссурийск: Издательство Уссурийского государственного педагогического института, 2000. – 178с.
2. Жукова Н.И. Химический практикум с экологической направленностью: учебное пособие / Н.И. Жукова. – Уссурийск: Издательство УГПИ, 2001. – 136с.
3. Баранников В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В.Д. Баранников, Н.К. Кириллов. – М.: КолосС, 2005. – 352с.
4. Агрэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с: ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).

Лабораторная работа № 4

Влияние солей тяжелых металлов на коагуляцию растительных и животных белков

Цель работы: установить влияние различных концентраций солей тяжелых металлов на коагуляцию растительных и животных белков.

Теоретические сведения

Все ионы металлов могут быть разделены на две группы: *биогенные* (Cu, Zn, Co, Mn, Fe и др.) и *не биогенные* (Pb, Al, Hg, Sn, Ni, Cd, Sr, Cs и др.).

Биогенные ионы входят в состав ферментных систем, которые обеспечивают регуляцию всех процессов в клетке и организме. Поэтому их ПДК значительно выше, чем у не биогенных.

Белки обладают способностью к детоксикации некоторых ядовитых веществ в результате связывания их в трудноусвояемые комплексы. Недостаток белка – этого незаменимого основного пищевого вещества – весьма чувствительно сказывается на состоянии организма.

У детей при белковой недостаточности замедляется рост, нарушается костеобразование, замедляется умственное развитие. У большинства людей нарушаются кроветворение, обмен жиров и витаминов (возникают гиповитаминозы), снижается сопротивляемость к инфекциям, простудам, некоторым другим болезням, и сами болезни протекают с осложнениями.

Вместе с тем следует указать и на отрицательное влияние избытка белка в питании. Из-за большой реакционной способности белков организм переносит их избыток гораздо труднее, чем многих других пищевых веществ, например, жиров и углеводов.

Особенно чувствительны к избытку белков маленькие дети и пожилые люди. При этом в первую очередь страдают печень и почки. Эти органы увеличиваются в размерах, в них происходят нежелательные изменения.

Избыток белков способствует накоплению в организме мочевой кислоты, соли которой могут откладываться в суставных сумках, хрящах. В результате увеличивается вероятность заболевания подагрой, заболеваний суставов, мочекаменной болезни с образованием камней. Полезно напомнить, что в средние века подагра считалась «профессиональной» болезнью аристократов, потреблявших много мяса.

Для взрослых достаточно 1-1,5 грамма белка в день на 1 килограмм веса тела (детям несколько больше), что примерно соответствует 85 граммам для среднего взрослого человека.

Данная работа наглядно показывает действие солей биогенных и не биогенных тяжелых металлов на животные и растительные белки, выявляет разницу в реакции тех и других. Белки с тяжелыми металлами образуют комплексы, нерастворимые в воде.

Оборудование, реактивы, материалы:

1. Пробирки – 16 шт.;
2. Пузырьки – 1 шт.;
3. Пипетка на 1мл – 1шт.;
4. Пипетка аптечная – 2 шт.;
5. Стеклограф;
6. Фильтровальная бумага;
7. 5%-ный раствор CuSO_4 ;
8. 5%-ный раствор $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;
9. Дистиллированная вода;
10. Животный белок (куриного яйца);
11. Растительный белок (зернового гороха).

Ход работы:

1. Приготовление растворов белков.

1.1 У куриного яйца отделить белок в мерный стаканчик, размешать его стеклянной палочкой в дистиллированной воде в соотношении 1:10. Затем профильтровать.

1.2 Зерновой вызревший горох перемолоть в муку в кофемолке, развести в соотношении: 10 г гороховой муки на 50 мл 10%-ного раствора NaCl или KCl . Профильтровать.

2. Приготовить в пузырьках от пенициллина серию растворов сульфата меди CuSO_4 и нитрата свинца $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ из исходного 5%-ного раствора (2,5%; 1,25%; 0,62%).

3. В 8 пробирок пипеткой внести по 1 мл животного белка, а в другие 8 – по 1мл растительного белка (для обеих солей всего 8 растворов).

4. В каждую пробирку добавить по 2 капли одного из указанных растворов испытуемой соли. Все пробирки пометить стеклографом.

5. Рассмотреть характер коагуляции на темном фоне (кусочек черной бумаги, доска и др.)

Результаты испытаний оформить в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний

Название соли	Концентрация раствора			
	5%	2,5%	1,25%	0,62%
1. Сульфат меди				
2. Нитрат свинца				

Определить концентрацию раствора соли, при которой происходит коагуляция белка (при разном виде солей и при разном типе белков).

Контрольные вопросы:

1. Источники поступления в агроэкосистемы меди и свинца, их экологическая характеристика.
2. На какой из видов белков (животный или растительный) сильнее всего действует CuSO_4 и $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$?
3. При какой концентрации солей меди и свинца наблюдается коагуляция каждого из белков?
4. Какая соль (свинца или меди) сильнее действует:
 - а) на животный белок;
 - б) на растительный белок.Почему?

Рекомендуемая литература:

1. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студентов вузов / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 288с.
2. Жукова Н.И. Биохимические основы экологии человека: учебное пособие / Н.И. Жукова. – Уссурийск: Издательство Уссурийского государственного педагогического института, 2000. – 178с.

типа *Escherichia coli* и др. Вторичные амины реагируют с нитрит-ионами с образованием нитрозоаминов, большинство из которых обладают канцерогенным и мутагенным действиями. Реакцию нитрозирования (образования канцерогенов) подавляет аскорбиновая кислота, которой много в растительной пище. Однако всё зависит от поступившей дозы нитратов и нитритов.

2. Прямое токсическое действие нитратов на организм. Оно связано с образованием в крови метгемоглобина – особой формы гемоглобина. Метгемоглобинемия – это кислородное голодание (гипоксия), вызванное переходом гемоглобина крови в метгемоглобин, т.е. переводом двухвалентного железа гемоглобина крови в трёхвалентное. Метгемоглобин не способен переносить кислород, образуется при поступлении нитритов в кровь. В результате нарушается тканевое дыхание. От кислородного голодания наступает утомляемость, головная боль, бессонница, в крови увеличивается содержание молочной кислоты, холестерина, белков. При больших дозах развивается «синюха» и наступает смерть. Особенно страдают дети, известны также случаи массового отравления животных. Среднее содержание метгемоглобина в крови взрослого человека около 2 %, при 8-10 % – развивается цианоз, при 30 % – симптомы острой интоксикации (одышка, тахикардия, цианоз, слабость, головные боли), а при 50 % – опасно для жизни.

Токсичность нитритов зависит как от дозы, так и от способности организма с помощью метгемоглобинредуктазы восстанавливать метгемоглобин в гемоглобин. Чем меньше возраст грудных детей, тем тяжелее протекает нитритная интоксикация, т.к. у них частично или полностью отсутствует в эритроцитах метгемоглобинредуктаза. Противонитратные механизмы у ребенка формируются только к одному году. Нитраты и нитриты оказывают угнетающее действие на пищеварительные ферменты (на панкреатическую липазу и щелочную фосфатазу).

3. Изменение течения обменных процессов в организме под действием нитратов и нитритов.

4. Угнетение активности иммунной системы организма, что способствует снижению устойчивости организма к отрицательному воздействию факторов окружающей среды, часто возникают простудные заболевания, а сами болезни приобретают затяжное течение.

При отравлении нитратами могут появляться рвота, понос, боли в животе. Степень проявления острого отравления зависит от того, сколько нитратов восстанавливается в нитриты. Чем больше – тем хуже.

В организме человека в сутки образуется и используется в обменных процессах 100 мг и более нитратов.

Нарушение оптимальных доз, соотношений питательных элементов в удобрениях и сроков их внесения, отсутствие учета биологических требований растений и содержания подвижных форм питательных элементов в почве отрицательно влияет на метаболизм органических соединений, особенно на синтез аминокислот и белков. В Средней Азии зарегистрированы случаи недопустимо высокого содержания нитратов в растениеводческой продукции, являющегося следствием внесения азотных удобрений в чрезмерных дозах.

Однако способность накапливать нитраты зависит не только от доз удобрений, но и от видового состава растений. К «накопителям» относят овощные листовые культуры (салат, ревен, петрушка, шпинат, щавель). Большое количество NO_3 могут накапливать овощи раннего срока созревания, защищенного грунта, а также такие культуры, как свекла столовая, капуста белокочанная, кабачки, морковь. Наименьшее количество нитратов накапливается в томатах, баклажанах, чесноке, зеленом горошке, винограде, яблоках и др.

Накопление нитратов имеет сортовую специфику. Эти различия достигают 5-10 раз из-за разной способности поглощать (усваивать) нитраты из почвы, более или менее эффективно их использовать для синтеза

органических веществ. Например, низким накоплением нитратов отличается картофель сортов Монализа, Олева, Сулев; капуста сортов Зимовка, Подарок; морковь сортов Шантенэ, Консервная; свекла столовая сорта Бордо. Зная особенности каждого сорта, можно существенно влиять на качество получаемого урожая.

Наибольшее количество нитратов содержится в сосуших и проводящих органах растений – корнях, стеблях, черешках и жилках листьев. Так, у капусты наружные листья кочана содержат в 2 раза больше нитратов, чем внутренние. А в жилке листа и кочерыжке содержание нитратов в 2-3 раза больше, чем в листовой пластинке. У кабачков, огурцов и т.п. плодов нитраты убывают от плодоножки к верхушке. Нитраты практически отсутствуют в зерне злаков. Накопление нитратов зависит от возраста растений – молодые органы аккумулируют больше.

Накоплению нитратов в растениях способствует резкая кратковременная засуха, повышенная облачность, недостаток микроэлементов, выращивание овощных культур в условиях защищенного грунта (короткий вегетационный период, недостаток света, повышенная влажность, большое количество усваиваемого азота).

При хранении овощей содержание нитратов снижается, несколько увеличивается содержание нитритов, причем повреждение плодов и загрязнённость микрофлорой способствуют их накоплению.

ВОЗ установлена допустимая суточная доза нитратов, равная 5 мг/кг, при чем в эту величину входят нитраты питьевой воды и воздуха (при весе 70 кг – 350 мг), а пороговая доза нитрит-иона 0,05 мг/кг массы тела.

Для оценки содержания нитратов в продукции используется ПДК. Предельно допустимые концентрации нитратов в овощах и фруктах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – ПДК нитратов в растениеводческой продукции, мг/кг сырой массы

Растениеводческая продукция	Открытый грунт	Защищенный грунт
Картофель	250	-
Баклажаны	20-60	-
Горошек	5-20	-
Капуста ранняя	900	-
Капуста поздняя	500	-
Морковь ранняя	400	-
Морковь поздняя	250	-
Томаты	150	300
Тыква	200	-
Огурцы	150	400
Свекла столовая	1400	-
Лук репчатый	80	-
Лук зеленый	600	800
Чеснок	10-70	-
Листовые овощи	2000	3000
Дыня	90	-
Арбуз	60	-
Перец сладкий	200	400
Редис	600	-
Кабачок	400	400
Виноград	60	0
Яблоки	60	-
Груши	60	-

Ингибиторами нитрозирования является аскорбиновая кислота и её соли, витамины А, Е₁, микроэлементы (Se, Cu, Zn). Перед употреблением

высоконитратной пищи (капусты, огурцов, колбасы) можно принять аскорбиновую кислоту или выпить фруктовый сок. Содержание нитратов можно уменьшить вымачиванием, кипячением продуктов (если отвар не используется), удалением тех частей, которые содержат большое количество нитратов.

Профилактика отрицательного влияния нитросоединений на организм включает мероприятия, направленные на снижение содержания нитритов в колбасных изделиях, а также изыскание новых безвредных средств сохранения необходимого цвета колбасных изделий.

Для предупреждения вредного влияния нитросоединений, содержащихся в растительных продуктах, необходимо ограничивать применение азотных удобрений и сточных вод для выращивания овощей, активно накапливающих эти вещества. Запрещено применение аммиачной селитры при выращивании бахчевых культур, огурцов, кабачков, патиссонов.

Важным в решении проблемы нитратов является определение источников загрязнения нитратами, их устранение и ведение постоянного строгого контроля на всех этапах производства, переработки, хранения и потребления продуктов питания. Хорошо налаженная система контроля за количеством нитратов в пищевых продуктах необходима для того, чтобы оградить население от употребления в пищу продуктов с высоким уровнем содержания нитратов.

Оборудование и реактивы:

1. Пробирки на 10 мл;
2. Предметное стекло;
3. Пипетки на 1-2 мл;
4. Глазная пипетка;
5. Нож;
6. 0,9 % раствор NaCl в дистиллированной воде (физиологический раствор);

7. Раствор риванола (риванол растворяют в 10 % соляной кислоте);
8. 1 % раствор дифениламина (0,2 г дифениламина растворяют в 20 мл концентрированной серной кислоты);
9. Цинковая пыль.

Ход определения:

1. Овощи и плоды очищают от загрязнений, измельчают, выделяют сок. Полученный сок используют в качестве проб для анализа.
2. К 1 мл исследуемой пробы приливают 2 мл физиологического раствора.
3. Добавляют 1 мл солянокислого раствора риванола, на кончике скальпеля – цинковую пыль.
4. По истечении 3-5 минут наблюдают за окрашиванием. Если в течение 3-5 минут желтая окраска риванола исчезнет и раствор окрасится в бледно-розовый цвет, то содержание нитратов выше 20 мг/л.

Определение нитратов в полевых условиях

1. На сухое предметное стекло кладут срезы той или иной части растения, плодов.
2. На каждый срез наносят по 1 капле 1 % раствора дифениламина.
3. Через 1 минуту следят за интенсивностью окрашивания. Если окраска бледно-голубая, содержание нитратов низкое; если окраска синяя, постепенно исчезающая, содержание нитратов среднее; если окраска тёмно-синяя или фиолетовая, быстро наступающая, устойчивая, содержание нитратов высокое.

Оптимизация потребления растительной продукции с нитратами

Возможное суточное потребление человеком нитратов, содержащихся в продуктах питания, не должно превышать 3,8 мг на 1 кг веса человека (Церлинг В. В., 1990), а по данным ВОЗ – 5 мг/кг (по нитрат-иону), причем в эту величину входят нитраты питьевой воды и воздуха.

Решите примеры:

1. Какое количество арбуза, содержащего 90 мг нитратов на 1 кг сырой массы, можно съесть в сутки без вреда для своего организма, не учитывая другие источники их поступления?

2. Картофель содержит 240 мг нитратов на 1 кг сырой массы. Рассчитайте для себя суточное потребление картофеля, если в других продуктах питания количество нитратов составляет 200 мг.

3. В салате содержится нитратов 600 мг, свекле столовой 700 мг, картофеле 130 мг, моркови 150 мг на 1 кг сырой массы. Определите для своего веса в кг суточное потребление названных овощей.

4. Установите суточное потребление овощей (в кг), если в картофеле содержится 200 мг нитратов, кабачке 100 мг, томатах 90 мг на 1 кг сырой массы. При этом с другими продуктами питания в организм поступает 45 мг нитратов.

5. Установите для своего веса суточное потребление фруктов (в кг), если нитратов в яблоках 75 мг, грушах 60 мг, винограде 80 мг на 1 кг сырой массы.

6. Требуется определить суточное потребление дыни при содержании в ней нитратов 70 мг на 1 кг сырой массы, если с другими продуктами питания поступает 220 мг нитратов.

Контрольные вопросы:

1. Почему происходит накопление нитратов в продукции растениеводства?
2. Содержание нитратов в различных органах и частях растений.
3. Влияние нитратов и их производных на здоровье человека.
4. Укажите пути снижения загрязнения сельскохозяйственной продукции нитратами.

Рекомендуемая литература:

1. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии: учебное пособие / В.П.Герасименко. – СПб.: Изд-во Лань, 2009. – 432с.
2. Жукова Н.И. Химический практикум с экологической направленностью: учебное пособие / Н.И. Жукова. – Уссурийск: Издательство УГПИ, 2001. – 136с.
3. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студентов вузов / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 288с.
4. Баранников В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В.Д. Баранников, Н.К. Кириллов. – М.: КолосС, 2005. – 352с.
5. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с: ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).

Лабораторно-практическая работа № 6

Определение выноса биогенных элементов с сельскохозяйственных угодий

Цель работы: освоить методику расчета выноса биогенных веществ из агроэкосистем.

Теоретические сведения

Расчет выноса биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий проводят на основе известных агрохимических зависимостей, связывающих количество выносимых веществ со свойствами почв, видами и урожайностью сельскохозяйственных культур.

Расчетное уравнение для определения выноса биогенов из почвы основывается на урожайности сельскохозяйственных культур как на интегральном показателе состояния нескольких базовых факторов (почва,

метеорологические условия, продолжительность вегетационного периода, количество применяемых удобрений, способы их внесения и др.).

Вынос питательных веществ складывается из хозяйственной и остаточной частей (корневые и пожнивные остатки). После минерализации остаточной части питательные вещества переходят из органической формы в доступное для растений состояние. Чем больше хозяйственная часть (урожай), тем больше остаточная часть (подземная масса) и выше естественный вынос биогенов из почвы в реки и другие водные экосистемы.

Ход работы:

Возможный вынос азота, фосфора и калия с сельскохозяйственных угодий определяется по формуле:

$$W=RF$$

где W – вынос биогенных веществ, кг/год,

R – удельное количество вымывания биогенного вещества из почвы для конкретной сельскохозяйственной культуры, кг/га,

F – площадь, занятая культурой, га.

Удельное количество вымывания (R) находят в зависимости от вида и урожайности конкретной культуры, свойств почвы и коэффициента потерь биогенных веществ. Расчет производят по формуле:

$$R= aKY,$$

где a – коэффициент выноса биогенного вещества из почвы для искомой культуры (таблица 4);

K – вынос биогенного вещества из почвы с урожаем для искомой культуры (таблица 5), кг/т;

Y – урожай искомой культуры, т/га

При расчетах используют прогнозируемое значение урожайности сельскохозяйственной культуры, площадь, занятую культурой определяют по фактическим данным хозяйства о структуре посевов в водоохраной зоне реки.

Таблица 4 – Коэффициенты выноса биогенных веществ из почвы культурами

Культура	Почвы	Коэффициенты выноса биогенных веществ		
		азота	фосфора	калия
Озимая пшеница	Дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы обикн.	0,16	0,12	0,07
		0,11-0,12	0,10-0,11	0,01-0,07
Озимая рожь	Дерново-подзолистые, черноземы оподз. и выщелоч.	0,28	0,11	0,36
Яровые зерновые, картофель	Все почвы	0,12-0,48	0,04-0,12	0,12-0,41
	Дерново-подзолистые, серые лесные	0,21-0,30	0,17-0,19	0,32-0,33
Многолетние травы	Все почвы	0,50-0,61	0,15-0,25	0,25-0,60

Таблица 5 – Вынос биогенных веществ из почвы с урожаем возделываемых культур, кг/т

Культура	Почвы	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	Дерново-подзолистые	34,0	9,0	20,0
	Серые лесные, черноземы оподзолен. и выщелоченные	32,4	12,0	25,6
	Черноземы обыкновенные	29,0	10,0	27,0
	Каштановые	33,0	10,0	25,0
Озимая рожь	Дерново-подзолистые	24,5	12,0	26,0
	Серые лесные, черноземы оподзолен. и выщелоченные	32,6	12,6	27,0
	Черноземы обыкновенные			

Продолжение таблицы 5				
Яровая пшеница	Дерново-подзолистые	33,0	14,0	26,0
	Серые лесные, черноземы оподзолен. и выщелоченные	37,0	11,0	23,0
	Черноземы обыкновенные	40,0	11,0	23,0
	Каштановые	42,0	10,0	32,0
Яровой ячмень	Дерново-подзолистые	26,0	10,4	17,0
	Серые лесные, черноземы оподзолен. и выщелоченные	24,0	12,0	18,0
	Черноземы обыкновенные	30,4	11,4	22,0
Картофель	Дерново-подзолистые	5,0	1,5	7,0
	Серые лесные, черноземы оподзолен. и выщелоченные	2,0	1,4	2,5
	Все почвы	17,6	6,3	19,5
Кормовые культуры и многол.травы				

Решите следующие задачи:

Задача 1. Рассчитайте вынос биогенных веществ с 200 га черноземных почв, занятых озимой пшеницей, если урожайность составила 2,5 т/га.

Задача 2. Рассчитайте удельное количество вымывания азота из дерново-подзолистой почвы, занятой озимой рожью, если урожайность составила 3,0 т/га.

Задача 3. Рассчитайте вынос биогенных веществ с 1000 га дерново-подзолистых почв, занятых картофелем, если урожайность составила 18,0 т/га.

Задача 4. Рассчитайте удельное количество вымывания калия из серых лесных почв, занятых многолетними травами, урожайность которых составила 30,0 т/га.

Контрольные вопросы:

1. Что такое эвтрофирование?
2. Перечислите важнейшие биогенные элементы.
3. Источники биогенной нагрузки в пределах аграрной территории.
4. От чего зависит вынос биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий?
5. Влияние животноводства и естественной растительности на биогенное загрязнение вод.

Рекомендуемая литература:

1. Агрэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с: ил.-1 (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).
2. Сельскохозяйственная экология / Н.А. Уразаев, А.А. Вакулин, В.И. Марымов и др. – М.: Колос, 2000. – 368с.
3. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии: учебное пособие /В.П. Герасименко. – СПб.: Изд-во Лань, 2009. – 432с.

Лабораторно-практическая работа № 7

Загрязнение почв тяжелыми металлами и здоровье человека

Цель работы: закрепление знаний по вопросам влияния тяжелых металлов на здоровье человека, полученных в лекционном курсе и в результате самостоятельной работы над учебной литературой; установление категории загрязнения почв тяжелыми металлами и соответствующих мелиоративных мероприятий.

Теоретические сведения

Месторождения полезных ископаемых концентрируются в зонах, где существовали наиболее благоприятные факторы для их возникновения, образуя металлогенические провинции и пояса. Так, практически весь

Дальний Восток лежит в пределах Тихоокеанского рудного пояса, главными металлами которого являются золото и олово. Дальний Восток России можно смело называть оловянной провинцией страны, ибо здесь сосредоточены практически все разведанные запасы олова и ведется его добыча. Дальнегорский район на севере Приморского края представляет собой свинцово-цинковую металлогеническую провинцию. На территории ДВЭР сосредоточено также и 88 % запасов сурьмы России.

Почвенные условия Дальневосточного региона весьма специфичны. Необходимо отметить, что кларки для большинства тяжелых металлов в почвах Приморья и Приамурья значительно выше, чем в среднем по России. Исключение составляют молибден, хром и медь.

Примерно 90 % тяжелых металлов, поступающих в окружающую среду, аккумулируется почвами. Затем они мигрируют в природные воды, поглощаются растениями и поступают в пищевые цепи. Поступление тяжелых металлов (ТМ) в организм человека происходит по цепи: почва – растение – животное – человек. Продукция растениеводства, выращенная даже на слабозагрязненных почвах, способна вызвать кумулятивный эффект, обуславливая постепенное увеличение содержания ТМ в организме теплокровных (человек, животные).

Тяжелые металлы, поступающие на поверхность почвы, накапливаются в почвенной толще, особенно в верхних гумусовых горизонтах и медленно удаляются при выщелачивании, поглощении растениями, эрозии. Период полуудаления значительно варьирует для различных элементов и составляет для Zn – 70-310, Cu – 310-1500, Cd – 13-110, Pb – 740-5900 лет.

Токсичность ТМ для живых организмов определяется свойствами и уровнем концентрации самих элементов, их миграционной способностью, степенью накопления в органах и тканях.

У позвоночных животных свыше 90 % всосавшегося свинца фиксируется в костях, а также во внутренних органах. У человека происходят изменения в нервной системе, проявляющиеся в головной боли,

головокружениях, повышенной утомляемости, раздражительности, нарушениях сна и памяти. Поражение периферической нервной системы выражается в так называемых свинцовых параличах, приводящих к параличу мышц рук и ног). Основным диагностическим показателем воздействия свинца на здоровье человека является уровень его содержания в крови (концентрация Pb не должна превышать 15 мкг/100 мл у взрослых и 7 мкг/100 мл у детей). При содержании 50-60 мкг/100 мл в поведении человека проявляются признаки депрессии и агрессивности. Установленное экспертами ФАО/ВОЗ максимально допустимое поступление свинца для взрослого человека составляет 3 мг в неделю, т.е. допустимая суточная доза (ДСД) составляет около 0,007 мг/кг массы тела.

К поражению *кадмием* наиболее предрасположены почки и печень, нарушается обоняние, появляются головные боли, боли в суставах и костях. Установленное ВОЗ допустимое поступление кадмия для взрослого человека – 500 мкг в неделю, т.е. допустимое суточное потребление (ДСП) – 70 мкг/сут, а ДСД – 1 мкг/кг массы тела.

По степени токсичности различают: *металлическую ртуть, неорганические и органические соединения ртути*. Отравление парами металлической ртути выражается общей слабостью, повышенной температурой, головной болью, катаральными явлениями со стороны дыхательных путей. Неорганические соединения ртути малолетучи, поэтому опасность возникает при поступлении внутрь организма с пищей и водой. Наиболее опасны органические соединения, так как их токсическое действие проявляется спустя несколько недель. При этом характерны эмоциональные и психические расстройства. Допустимое недельное поступление ртути не должно превышать 0,3 мг на человека, в том числе метилртути не более 0,2 мг, что эквивалентно 0,005 мг/кг и 0,0033 мг/кг массы тела за неделю.

Медь – один из первых металлов, который человечество начало использовать в чистом виде. Потребление в пищу большого количества солей меди вызывает токсические эффекты у людей и животных. Они, как правило,

обратимы. При высоких уровнях содержания ионы меди блокируют SH-группы белков, в особенности ферменты. Суточная потребность взрослого человека в меди – 2-2,5 мг, т.е. 35-40 мкг/кг массы тела, детей – 80мкг/кг. Однако при нормальном содержании в пище молибдена и цинка – физиологических антагонистов меди, по оценке экспертов ФАО, суточное потребление меди может составлять не более 0,5 мг/кг массы тела (до 30 мг в рационе).

Цинк участвует в ряде важных биологических процессов, особенно ферментативных. Однако избыток цинка оказывает токсическое действие на организм, действуя на желудочно-кишечный тракт (тошнота, рвота, боли в желудке, колики и диарея). Избыточное поступление цинка в организм животных и человека сопровождается падением содержания кальция в крови и костях, а также нарушением усвоения фосфора, что приводит к развитию остеопороза. Дневная норма поступления его в организм – 10-15 мг.

Высокая концентрация *олова* в пище может привести к острому отравлению (тошнота, рвота и т.д.). Токсичная доза олова для человека составляет 5-7 мг/кг массы тела.

По механизму токсического действия и клинической картине отравления *сурьма* аналогична мышьяку: воспаление слизистой оболочки рта, затрудняющим приём пищи, слюнотечением, а также увеличением шейных лимфатических узлов, желудочно-кишечными расстройствами, бессонницей, головокружением, общей слабостью. Токсичная доза для взрослых – 100мг/сут, летальная – 500-1000 мг/сут.

Возможное использование почв, загрязненных тяжелыми металлами и примерные мелиоративные мероприятия на них приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Загрязненные почвы и мелиоративные мероприятия на них

Степень загрязнения почв	Характеристика загрязнения почв	Возможное использование	Мелиоративные и организационные мероприятия
1	2	3	4
Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но меньше ПДК	Под все сельскохозяйственные культуры	Известкование, внесение удобрений

Продолжение таблицы 6			
1	2	3	4
Низкая	Содержание химических веществ в почве больше ПДК при лимитирующем общесанитарном и миграционном водном показателях вредности, но ниже ПДК по транслокационному показателю	Ограничиваются культуры, высокочувствительные к накоплению ТМ. Потребление продукции растениеводства не ограничивается, за исключением использования для производства детского и диетического питания	Известкование, внесение удобрений и сорбентов
Средняя	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже ПДК по транслокационному показателю	Возможно выращивание корнеклубнеплодов, кроме свёклы. Исключается производство столовой зелени (салата, лука, шпината, укропа, петрушки), овощей и ягодных культур. Вводятся ограничения на сбор грибов	Глубокая (30-40 см) вспашка. Известкование, внесение удобрений и сорбентов. Контроль культур на содержание ТМ.
Высокая	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности	Под кормовые и технические культуры, устойчивые к ТМ. Ограничиваются для продовольственных целей культуры, слабочувствительные к ТМ.	Удаление верхнего (0-2 см) загрязненного слоя, известкование, внесение удобрений и сорбентов, ведение семеноводства. Контроль культур на содержание ТМ.
Очень высокая	Содержание химических веществ в почве выше ПДК по всем показателям	Изъятие земель из сельскохозяйственного оборота	Консервация земель. Мониторинг токсикантов.

Примечание: удобрения – органические и минеральные. Сорбенты: торф, мхи, глинистые минералы. Известковая мука по ГОСТ 50261-92.

Лимитирующий показатель вредности – это наименьшее из обоснованных уровней содержания веществ, принимаемое за ПДК и отражающее наиболее уязвимый путь воздействия токсиканта.

При загрязнении почвы несколькими элементами оценка опасности загрязнения Z_3 производится по формуле:

$$Z_3 = \sum K_c - (n-1),$$

где K_c – коэффициент концентрации элемента, определяемый отношением его содержания в загрязненной почве к фоновому;

n – число химических элементов-загрязнителей.

Показатель Z_3 не учитывает токсичность (класс опасности) тяжелых металлов, их возможный антагонизм и синергизм в почвенной и растительной среде. Поэтому по величине показателя Z_3 можно провести

лишь примерную оценку степени загрязнения почвы и состояния здоровья населения (таблица 7)

Таблица 7 – Ориентировочная шкала опасности загрязнения почв

Категория загрязнения почв	Z_3	Показатели здоровья населения в очагах загрязнения	Коэффициент степени загрязнения почв C_3
Допустимая	<2	Низкий уровень заболеваемости детей	0,0
Низкая	2,1-8	Низкий уровень заболеваемости взрослых	0,3
Средняя	8,1-32	Увеличение общего уровня заболеваемости	0,6
Высокая	32,1-64	Увеличение числа болеющих детей с хроническими заболеваниями, нарушение функционирования сердечно-сосудистой системы	1,5
Очень высокая	>64	Увеличение случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости	2,0

Задание: требуется установить категорию загрязнения лугово-бурой почвы тяжелыми металлами и показатели здоровья людей.

Исходные данные: валовое содержание тяжелых металлов в лугово-бурой почве следующее (мг/кг): Cu – 72, Co – 35, Zn – 362, Pb – 192. Фоновое содержание этих металлов в лугово-бурой почве приведено в таблице 8. После произведенного расчета (с использованием формулы 1) установить уровень загрязнения почвы, влияние на здоровье человека, необходимые мелиоративные и организационные мероприятия (с использованием таблиц 6-8).

Таблица 8 – Фоновое содержание валовых форм ТМ в пахотном слое почвы Приморского края, мг/кг

Почвы	Zn	Cu	B	Co	Ni	Pb
Бурые лесные	73	22	63	24	65	22
Буро-подзолистые	63	22	83	26	59	44
Лугово-бурые	74	18	62	16	40	28
Луговые глеевые	53	26	48	14	44	25
Пойменные	66	18	58	20	36	31

Контрольные вопросы:

1. Используя литературные источники, расскажите о распространении, токсичности, формах нахождения в почвах тяжелых металлов.
2. Каковы механизмы поглощения, трансформации и метаболизма тяжелых металлов в органах и тканях растений?
3. Распределение тяжелых металлов в растениях.
4. Перечислите приемы по снижению загрязнения почв тяжелыми металлами.
5. Назовите меры по снижению негативного влияния тяжелых металлов на здоровье человека.

Рекомендуемая литература:

1. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии: учебное пособие / В.П. Герасименко. – СПб.: Изд-во Лань, 2009. – 432с.
2. Синельников Э.П. Агрогенезис почв Приморья / Э.П. Синельников, Ю.И. Слабко. – М.: ГНУ ВНИИА, 2005. – 280с.
3. Баранников В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В.Д. Баранников, Н.К. Кириллов. – М.: КолосС, 2005. – 352с.
4. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии / В.Г. Каплин. – М.: КолосС, 2006. – 232с.
5. Христофорова Н.К. Экологические проблемы региона: Дальний Восток – Приморье: учебное пособие / Н.К. Христофорова. – Владивосток; Хабаровск: Хабаровск. кн. изд-во, 2005. – 304с.
6. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с: ил. - 1 (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).
7. Голов В.И. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в пахотных почвах Дальнего востока / В.И. Голов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 4. – С. 16-19.

Лабораторная работа № 8

Определение остаточных количеств фосфорорганических пестицидов методом тонкослойной хроматографии

Цель работы: освоить методику определения ФОП с помощью тонкослойной хроматографии.

Метод тонкослойной хроматографии основан на экстракции пестицидов органическим растворителем из продукта, очистке экстракта, упаривании его досуха и хроматографировании в тонком слое.

Теоретические сведения

Пестициды применяют для борьбы с вредными организмами (сорняками, вредителями, болезнями).

Мировой опыт применения пестицидов свидетельствует о том, что они представляют потенциальную опасность для потребителей продуктов питания, особенно при неграмотном и безответственном использовании пестицидов.

Особенностью пестицидов является не только многократное накопление их в биосистемах по мере передвижения по трофическим цепочкам, но и их трансформация. При трансформации остатков могут образовываться промежуточные соединения с высокой биологической активностью, которые более опасны, чем исходное вещество.

ФОП – фосфорорганические пестициды – сложные эфиры фосфорных кислот (хлорофос, карбофос, метафос, фталофос, фозалон, корал, дурсбан, дибром, тиофос, фосфамид, антио, неоцидол и другие).

По своим отравляющим свойствам ФОП относят к высоко- и среднетоксичным пестицидам, ЛД₅₀ 50-200 и 200-1000 мг/кг соответственно.

Симптомы отравления проявляются через 20-30 минут после отравления продуктами или кормами. При остром отравлении наблюдается поражение ЦНС. Кроме того, характерны мышечные подергивания, гиперкинез языка, общее угнетение.

Попав на растения, пестициды удерживаются на них благодаря электростатическим и абсорбционным свойствам от недели до нескольких месяцев. Например, гексахлорбутадиен, полихлоркамфен и кельтан сохраняются на сельскохозяйственных культурах 150 дней, наиболее стойкие ФОП (корал, дурсбан, дибром) – в течение 6-11 недель.

Осевшие на растения пестициды изменяются количественно и качественно в результате испарения, окисления, восстановления, дегалогенирования, изомеризации, конъюгации. Они могут удаляться с растений под воздействием ветра и дождя. Некоторые пестициды остаются на поверхности растений, не проникая внутрь. Растворимые в воде и липоидах пестициды способны поступать через кутикулу и корневую систему вглубь тканей растений. При этом остатки их накапливаются в жировосковом покрытии растений, где они оказываются защищенными от воздействия ферментов. В таких условиях они могут длительно сохраняться в неизменном виде. Однако, такие пестициды, постепенно теряя токсичность для насекомых, остаются опасными для животных и человека.

В растениях пестициды могут влиять на обменные процессы, изменяя их химический состав и пищевую ценность продукции.

Продукты трансформации и метаболизма пестицидов в растениях могут быть не только высокотоксичными, но и оказывать тератогенное, канцерогенное действия.

Метод тонкослойной хроматографии основан на экстракции фосфорорганических пестицидов из овощей и фруктов смесью ацетона с водой (1:1 по объему), очистке экстракта перераспределением ФОП в хлороформ и дополнительно на колонке с оксидом алюминия и активированным углем с последующим измерением содержания пестицидов с помощью ТСХ при визуальной оценке количества вещества в пятне.

Оборудование и реактивы:

1. Весы аналитические ВЛР-200;

2. Испаритель ротационный ИР-1-М;
3. Электроплитка;
4. Камера для хроматографирования;
5. Колбы мерные на 100, 200 мл;
6. Воронка делительная, воронки химические;
7. Колонка стеклянная хроматографическая;
8. Фильтры бумажные «красная лента»;
9. Пластинки для ТСХ «Силуфол»;
10. Малатион (карбофос), стандартный раствор;
11. Ацетон;
12. Бромфеноловый синий;
13. Серебро азотнокислое;
14. Бензол;
15. Гексан;
16. Хлороформ;
17. Серноокислый натрий

Подготовка к выполнению измерений:

Приготовление основного рабочего раствора пестицида, градуировочных растворов.

Основной рабочий раствор массовой концентрации 100 мкг/см^3 (раствор 1) готовят весовым способом путем растворения навески (0,02 г) в мерной колбе вместимостью 200 см^3 в ацетоне.

Из основных растворов готовят промежуточные рабочие растворы с массовой концентрацией 10 мкг/см^3 (раствор 2) и 1 мкг/см^3 (раствор 3), перенося пипеткой в мерные колбы на 100 см^3 соответственно 10 и 1 см^3 основного раствора пестицида.

Градуировочные растворы в зависимости от применяемого проявляющего реагента готовят в градуировочных пробирках вместимостью 5 см^3 с пробками согласно таблице 9.

Таблица 9 – Шкала градуировочных растворов при обработке хроматограмм проявляющими реагентами 1 и 2

Наименование показателя	Значение показателя для приготовления градуировочного раствора					
	1	2	3	4	5	6
Объем добавленного рабочего р-ра 2 с содержанием ФОП 10 мкг/см ³	1	1,5	2	2,5	3	3,5
Объем добавленного ацетона, см ³	4	3,5	3	2,5	2	1,5
Массовая концентрация ФОП в полученном растворе, мкг/см ³	2	3	4	5	6	7
<i>Содержание ФОП в 0,1 см³ хроматографируемой пробы, мкг</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>

Подготовка хроматографической колонки для очистки от восков и красящих веществ.

В нижнюю часть колонки помещают небольшой ватный тампон. Затем наполняют колонку сернокислым безводным натрием на высоту около 2 см, оксидом алюминия на высоту около 3 см, активированным углем на высоту около 2 см, снова безводным сернокислым натрием на высоту около 2 см. Колонку промывают 30 см³ смеси гексана и хлороформа в соотношении 1:1. Эффективность колонки проверяют, внося 5 см³ смеси фосфорорганического пестицида заданной концентрации.

Подготовка хроматографической камеры

Хроматографическую камеру за 1 час до начала хроматографического анализа заполняют смесью подвижных растворителей на высоту не более 1 см для насыщения её парами.

Экстракция ФОП из овощей, фруктов и продуктов их переработки

Навеску измельченных овощей, фруктов или продуктов их переработки массой 25 г помещают в плоскодонную колбу вместимостью 250 см³, добавляют 50 см³ смеси ацетона и воды (1:1) и экстрагируют ФОП в течение 30 мин на аппарате для встряхивания. Экстракт фильтруют через фильтр

«красная лента». Экстракцию остатков ФОП проводят ещё 2 раза в тех же условиях. Объединенный экстракт переносят в делительную воронку. ФОП трижды экстрагируют хлороформом порциями по 50 см³, встряхивая по 2 мин.

Очистка экстракта на колонке

Полученный экстракт сушат над безводным сульфатом натрия (3-4 г), затем порциями фильтруют через бумажный фильтр в круглодонную колбу вместимостью 250 см³. Безводный сульфат натрия трижды промывают хлороформом порциями по 10 см³, смыв фильтруют в ту же колбу. Содержимое колбы концентрируют с помощью ротационного вакуумного испарителя при температуре 40 °С до объема около 1 см³, после чего переносят на хроматографическую колонку.

Отгонную колбу ополаскивают хлороформом три раза порциями по 1 см³, каждый раз перенося смыв на хроматографическую колонку. Экстракту дают возможность впитаться в сорбент, после чего, не допуская осушения верхнего слоя колонки, ФОП элюируют с колонки 30 см³ смеси гексана и хлороформа (1:1) со скоростью от 0,1 до 0,2 см³/с.

Элюат упаривают в колбе на ротационном испарителе досуха. К сухому остатку в колбе пипеткой добавляют 1 см³ гексана. Полученный раствор используют для хроматографического анализа.

Ход определения:

1. На пластинку «Силуфол» и «Сорбфил» снизу наносят карандашом тонкую линию на расстоянии 1,5 см от края (стартовая линия) и на расстоянии 10 см от стартовой линии – финишную линию. На стартовой линии отмечают точки 1,2,3 и так далее на расстоянии 2 см друг от друга.

2. В точку 1 наносят с помощью микрошприца 0,1 см³ (100 мкл) исследуемого раствора (очищенного экстракта).

3. В точки 2, 3 и т.д. наносят серию градуировочных растворов согласно таблице 15 в зависимости от выбранного способа проявления хроматограмм. Диаметр каждого пятна не должен превышать 1 см.

4. Пластинку стартовой линией вниз помещают в хроматографическую камеру. Развитие хроматограмм проводят до достижения фронтом растворителя верхней карандашной линии.

5. Хроматограмму развивают в одной из следующих систем: бензол-этилацетат (30:1), бензол-гексан-ацетон (40:20:1) или бензол. После развития хроматограммы пластинку высушивают на воздухе, а затем ФОП на хроматограммах проявляют одним из трех способов в зависимости от использованного проявляющего реагента (1,2 или 3).

Проявляющий реагент 1: хроматограмму обрабатывают 0,5 %-ным раствором 2,6-дибром-N-хлорхинонимина в гексане с последующим нагреванием пластин от 3 до 5 мин при температуре (120 ± 20) °С. Пестициды проявляются на хроматограмме в виде оранжевых пятен на белом фоне с линейным диапазоном определения от 0,2 до 0,7 мкг. Пятна стабильны несколько дней.

Проявляющий реагент 2: хроматограмму обрабатывают бромфеноловым синим и после высушивания опрыскивают 1 %-ным раствором лимонной кислоты. Пестициды на хроматограмме проявляются в виде синих пятен на лимонно-желтом фоне с линейным диапазоном определения от 0,2 до 0,7 мкг. Пятна стабильны в течение нескольких часов.

Проявляющий реагент 3: хроматограмму обрабатывают 0,5 %-ным раствором хлорида палладия в 10 %-ном растворе соляной кислоты, а затем выдерживают от 5 до 10 мин при температуре (110 ± 10) °С. Пестициды проявляются в виде желто-коричневых пятен на белом фоне с линейным диапазоном определения от 1 до 6 мкг. Пятна стабильны в течение длительного времени.

В таблице 10 представлены значения R_f пестицидов в различных системах подвижных растворителей.

Таблица 10 – Значения R_f исследуемых фосфорорганических пестицидов

Наименование пестицида	Значения R_f в системе подвижного растворителя			
	Бензол-этилацетат (30:1)		Бензол-гексан-ацетон (40:20:1)	Бензол
	«Силуфол»	«Сорбфил»	«Силуфол»	«Сорбфил»
Диметоат	0,03	0,00	0,00	0,00
Диазинон	0,30	0,35	0,40	0,25
Малатион	0,40	0,40	0,30	0,30
Фозалон	0,70	0,70	0,50	0,65
Паратион-метил	0,80	0,85	0,60	0,80

6. Количественное определение пестицидов проводят путем сравнения размера пятна испытуемой пробы с размером пятна рабочего стандартного раствора. Площади пятен измеряют с помощью линейки или шаблона из миллиметровой бумаги. При расчете содержания пестицида в пробе предполагают, что количеством препарата в пробе и площадью его пятна на пластинке существует прямая зависимость. Она соблюдается при содержании пестицидов до 10 мкг в пробе.

Обработка результатов определения

Содержание пестицидов X , мг/кг, в овощах, фруктах и продуктах их переработки вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 V_1}{m_2 V_2},$$

где m_1 – масса пестицида в пятне, обнаруженная в хроматографируемой пробе, мкг;

V_1 – объем, до которого сконцентрирован экстракт перед хроматографическим разделением, см³;

m_2 – масса навески пробы, г;

V_2 – объем экстракта, нанесенный на пластинку, см³.

За окончательный результат измерения принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных измерений, округленное до второй значащей цифры.

В 2013 году обследование почв сельскохозяйственного назначения, проведенное в Кировском, Октябрьском, Ханкайском, Хорольском, Уссурийском, Черниговском, Яковлевском районах Приморского края, показало, что остаточные количества суммы изомеров ГХЦГ, трефлана и метафоса в почвах не превышает санитарных норм (Приморскстат).

Контрольные вопросы:

1. Классификация пестицидов.
2. Миграция пестицидов по трофическим цепям.
3. Поведение пестицидов в сельскохозяйственных растениях.
4. Мероприятия по снижению негативного влияния пестицидов на агроэкосистемы.

Рекомендуемая литература:

1. Баранников В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В.Д. Баранников, Н.К. Кириллов. – М.: КолосС, 2005. – 352с.
2. ГОСТ 30710-2001. Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств фосфорорганических пестицидов.

Лабораторно-практическая работа № 9

Расчет платы за загрязнение земель

химическими веществами

Цель работы: освоить методику расчета платы за загрязнение земель химическими веществами и ущерба от загрязнения земель несанкционированными свалками отходов.

Теоретические сведения

Охрана окружающей среды и рациональное использование её ресурсов является одной из актуальнейших проблем современности. Отношение к природной среде является мерой социальных и технических достижений человеческого общества, характеристикой уровня цивилизации. Ни о каких улучшениях жизненного уровня населения невозможно говорить без обеспечения его здоровой благоприятной окружающей средой.

Платежи за загрязнение окружающей среды представляют собой особый вид налогообложения, при котором облагаемой величиной является масса загрязнений, попадающая в окружающую среду, независимо от других результатов хозяйственной деятельности предприятия.

Важным элементом системы экономического механизма природопользования являются платежи за негативное воздействие на окружающую среду. Россия является одной из первых стран в мире, применившей эти платежи на практике. Начиная с 1991 года, платежи за загрязнение введены в качестве обязательного инструмента хозяйственного механизма.

В Российской Федерации плата за негативное воздействие на окружающую среду осуществляется предприятиями на основании Постановления Правительства РФ № 344 от 12.06.2003 г. «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещения отходов производства и потребления», а также Постановления Правительства РФ № 410 от 01.07.2005 г. «О внесении изменений в Приложение к Постановлению Правительства РФ № 344 от 12.06.2003 г. ».

Платежи за загрязнение призваны компенсировать экономический ущерб (экстерналии), наносимый предприятиями природной среде в процессе своей деятельности. В соответствии с этим платежи стимулируют предприятия сокращать выбросы вредных веществ, а также являются

источником последующего аккумуляции денежных средств, предназначенных для ликвидации негативных экологических последствий производства.

Общая площадь земельного фонда Приморского края на 2013 год составила 16467,3 тыс. га, из них загрязненные земли составили 10,92 тыс. га. (Приморскстат). Загрязняющие вещества в почвы поступают с выпадениями их из атмосферного воздуха, с атмосферными осадками, непреднамеренном внесении с мелиорантами, удобрениями и т.д.

Результаты анализов на валовое (кислоторастворимое) содержание тяжелых металлов и мышьяка показывают, что почвы г. Уссурийска загрязнены свинцом, цинком, марганцем и мышьяком. По индексу загрязнения, рассчитанному по концентрациям тяжёлых металлов и мышьяка, почвы вокруг г. Уссурийска в радиусе 50 км относятся к допустимой категории загрязнения. По индексу загрязнения, рассчитанному по максимальным значениям, почвы относятся к умеренно опасной категории (Приморскстат).

Министерством природных ресурсов Российской Федерации определен расчет ущерба от загрязнения земель химическими веществами по следующей формуле:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n (H_c \cdot S(i) \cdot K_v \cdot K_z(i) \cdot K_r), \quad (1)$$

где Π – размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими химическими веществами (тыс. руб.);

H_c – норматив стоимости сельскохозяйственных земель (тыс. руб./га), определяемый по таблицам. Устанавливается органами исполнительной власти;

K_v – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель (таблица 11);

$S(i)$ – площадь земель загрязненных химическими веществами (га);

$K_z(i)$ – коэффициенты пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическим веществом (таблица 12);

$K_э(i)$ – коэффициент экологической ситуации региона (таблица 13);

K_r – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения (таблица 14).

Таблица 11 – Коэффициенты пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель

Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета	Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета
1 год	0,9	8-10лет	5,6
2 года	1,7	11-15лет	7,0
3 года	2,5	16-20лет	8,2
4 года	3,2	21-25лет	8,9
5 лет	3,8	26-30лет	9,3
6-7лет	4,6	31 и более лет	10,0

Таблица 12– Коэффициенты пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическим веществом

Уровень загрязнения	Степень загрязнения земель	K_z
1	Допустимая	0
2	Слабая	0,3
3	Средняя	0,6
4	Сильная	1,5
5	Очень сильная	2,0

Таблица 13– Коэффициент экологической ситуации региона

Регион России	Кэ	Регион России	Кэ
Северный	1,4	Поволжский	1,9
Северо-Западный	1,3	Северо-Кавказский	1,9
Центральный	1,6	Уральский	1,7
Волго-Вятский	1,5	Западно-Сибирский	1,2
ЦЧО	2,0	Восточно-Сибирский	1,1
Калининградский	1,2	Дальневосточный	1,1

Таблица 14 – Коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения

Глубина загрязнения, см	Кг	Глубина загрязнения, см	Кг
0-20	1,0	0-50	1,3
0-100	1,5	0-150	1,7
Более 150	2,0		

Норматив стоимости земельных угодий можно определить по формуле:

$$H_c = \frac{S \cdot Y \cdot M \cdot K}{E}, \quad (2)$$

где М – созданный в общественном производстве продукт с 1га в год в денежной единице. Берется стоимость урожая с 1га, или с площади определенного земельного участка;

S – площадь земельного участка, если речь идет о конкретной земельной площади, га;

Y – коэффициент, характеризующий вклад земли как фактора производства в величину выращенного урожая. Данный коэффициент имеет три значения: 0,10; 0,15 и 0,20. Иными словами, вклад земли как фактора производства составляет от 10 до 20 %;

E – норматив учета фактора времени: 1: число лет использования.
Число лет использования должно быть не менее 300;

K – коэффициент качества сельскохозяйственных угодий, рассчитанный на основании отношения средневзвешенного балла качества земельного участка к средневзвешенному баллу почв данного региона или страны. Подобные расчеты делаются студентами при курсовом проектировании по земледелию.

Данная формула расчета стоимости земельных угодий предложена институтом экономических проблем природопользования и предпочтительней региональных нормативов стоимости из-за инфляции.

Показатели уровня загрязнения почвы в зависимости от химических веществ приведены в таблице 16. Если в таблице нет химических веществ, которые загрязнили почву, то необходимо сделать химический анализ загрязняющего вещества и отнести его значение к значению фонового содержания вещества в различных почвах (таблица 15).

Отношение фактического и фонового содержания дает значение коэффициента K_3 . Фон для органических загрязнителей приравнивается к 0,1 ПДК, если их уровень загрязнения неизвестен.

Пример расчета 1

Пахотный слой поля площадью 300 га загрязнен остаточными количествами хлорсодержащих пестицидов. Превышение ПДК в 3 раза. Почва лугово-черноземовидная. Рассчитать размер платы за загрязнение земель.

Размер платы за ущерб от загрязнения земель определяется по формуле 1.

По таблицам находим значения коэффициентов.

Дано: $S = 300$ га

$K_b = 3,8$ (продолжительность периода восстановления 5 лет)

$K_3 = 1,1$ (Дальневосточный регион)

$K_3 = 0,3$ (уровень загрязнения по таблице 7 – низкий, поэтому

степень загрязнения слабая)

$K_r = 1,0$ (глубина загрязнения 20 см)

Таблица 15 – Фоновое содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах, мг/кг (норматив Минприроды России)

Почвы	Zn	Cd	Pd	Hg	Cu	Co	Ni	As
Дерново-подзолистые, песчаные и супесчаные	28	0,05	6	0,05	8	3	6	1,5
Дерново-подзолистые, суглинистые и глинистые	45	0,12	15	0,10	15	10	30	2,2
Серые лесные	60	0,20	16	0,15	18	12	35	2,6
Черноземы	68	0,24	20	0,20	25	15	45	5,6
Каштановые	54	0,16	16	0,15	20	12	35	5,2

Норматив стоимости земельных угодий определяем по формуле 2.

$$H_c = \frac{S \cdot Y \cdot M \cdot K}{E},$$

где $S = 300$ га;

$Y = 0,15$ – вклад земли как фактора производства 0,15 %

M – рассчитываем по сое, урожайность которой в Приморском крае в среднем по хозяйствам в 2014 году составила 1,44 т/га, стоимость 1т сои – 18 тыс. руб./т.

$$M = 1,44 \text{ т/га} \cdot 18000 \text{ руб./т} = 25920 \text{ руб./га}$$

$E = 300$ лет

$K = 72 : 100 = 0,72$ (бонитет лугово-черноземовидных почв), тогда

$$H_c = \frac{300 \cdot 0,15 \cdot 25920 \cdot 0,72}{300} = 2799,36 \text{ руб.}$$

Зная все величины, вычисляем размер платы за загрязнение почвы:

$$П = 2,799 \text{ тыс.руб./га} \cdot 300 \text{ га} \cdot 3,8 \cdot 0,3 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 1053,98 \text{ тыс. руб.}$$

Задание: пахотный слой поля площадью 420 га загрязнен свинцом. Превышение ПДК в 4 раза. Почва лугово-черноземовидная. Рассчитать размер платы за загрязнение земель.

Таблица 16– Показатели уровня загрязнения земель химическими веществами

Элемент, содержание	Содержание химических веществ, соответствующие уровню загрязнения, мг/кг				
	1 уровень- допустимый	2 уровень- низкий	3 уровень- средний	4 уровень- высокий	5 уровень- очень высокий
1	2	3	4	5	6
Кадмий	До ПДК	От ПДК до 3	От 3 до 5	От 5 до 20	Выше 20
Свинец	До ПДК	От ПДК до 125	125- 250	250-600	Выше 600
Ртуть	До ПДК	От ПДК до 3	3-5	5-10	Выше 10
Мышьяк	До ПДК	От ПДК до 20	20-30	30-50	Выше 50
Цинк	До ПДК	От ПДК до 500	500-1500	1500-3000	Выше 3000
Медь	До ПДК	От ПДК до 200	200-300	300-500	Выше 500
Кобальт	До ПДК	От ПДК до 50	50-150	150-300	Выше 300
Никель	До ПДК	От ПДК до 150	150-300	300-500	Выше 500
Молибден	До ПДК	От ПДК до 40	40-100	100-200	Выше 200
Олово	До ПДК	От ПДК до 20	20-50	50-300	Выше 300
Барий	До ПДК	От ПДК до 200	200-400	400-2000	Выше 2000
Хром	До ПДК	От ПДК до 250	250-500	500-800	Выше 800
Ванадий	До ПДК	От ПДК до 225	225-300	300-350	Выше 350
Фтор воднорастворимый	До ПДК	От ПДК до 15	15-25	25-50	Выше 50
Хлорсодержащие пестициды	До ПДК	От ПДК до 5	5-25	25-50	Выше 50

Продолжение таблицы 16					
1	2	3	4	5	6
Хлорфенолы	До ПДК	От ПДК до 1	1-5	5-10	Выше 10
Фенолы	До ПДК	От ПДК до 1	1-5	5-10	Выше 10
Полихлорбифенилы	До ПДК	От ПДК до 2	2-5	5-10	Выше 10
Нефть и нефтепродукты	До ПДК	От ПДК до 1000	100-200	2000-3000	3000-5000
Бензапирен	До ПДК	От ПДК до 0,1	0,1-0,25	0,25-0,5	Выше 0,5
Сернистые соединения	До ПДК	От ПДК до 180	180-250	250-380	Выше 380
Толуол	До ПДК	От ПДК до 10	10-50	50-100	Выше 100
Альфа-метилстирол	До ПДК	От ПДК до 3	3-10	10-50	Выше 50
Ксилолы (орто-, мета-, пара-)	До ПДК	От ПДК до 3	3-30	30-100	Выше 100
Циклогексан	До ПДК	От ПДК до 6	6-30	30-60	Выше 60
Пиридины	До ПДК	От ПДК до 0,1	0,1-3	3-20	Выше 20

Размеры ущерба от загрязнения земель несанкционированными свалками определяются по формуле:

$$П = N_{п} \cdot M \cdot K_{э} \cdot 25 \cdot K_{в} \cdot K_{инд},$$

где $N_{п}$ – норматив платы за захламление земель 1т (m^3) отходов i -го вида в руб (таблица 17).

M – масса, объем отходов i -го вида (т, m^3)

$K_{э}$ – коэффициент экологической значимости почв (для Приморского края равен 1,1) (таблица 13)

$K_{в}$ – коэффициент пересчета времени по восстановлению земель от загрязнения (таблица 11)

25 – повышающий коэффициент за загрязнение земель отходами не санкционированных свалок;

$K_{инд}$ – коэффициент индексации, определяется исходя из уровня инфляции, установленного Правительством РФ: 2013 г.–2,20; 2014 г.–2,33; 2015 г.–2,45.

Таблица 17 – Нормативы платы за размещение отходов производства и потребления

Виды отходов (по классам опасности для окружающей среды)	Единицы измерения	Нормативный коэффициент платы, руб./т*
1. Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	т	1739,2
2. Отходы II класса опасности (высокоопасные)	т	754,4
3. Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	т	497,0
4. Отходы IV класса опасности (малоопасные)	т	248,4
5. Отходы V класса опасности (практически неопасные):		
- добывающей промышленности	т	0,4
- перерабатывающей промышленности	т	15,0
- бытовые	т	8,0

Примечание: в редакции, введенной в действие с 20 июля 2005 года постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2005 года N 410.

* Нормативы платы за размещение отходов производства и потребления в пределах установленных лимитов применяются с использованием:

- коэффициента 0,3 при размещении отходов на специализированных полигонах и промышленных площадках, оборудованных в соответствии с установленными требованиями и расположенных в пределах промышленной зоны источника негативного воздействия;

- коэффициента 0 при размещении в соответствии с установленными требованиями отходов, подлежащих временному накоплению и фактически использованных (утилизированных) в течение 3 лет с момента размещения в собственном производстве в соответствии с технологическим регламентом или переданных для использования в течение этого срока (абзац в редакции, введенной в действие с 20 июля 2005 года постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2005 года N 410).

Таблица 18 – Предельно допустимые концентрации химических элементов в почвах, мг/кг

Элемент, химическое вещество	Величина ПДК
Валовые формы	
Ванадий	150
Марганец	1500
Марганец + ванадий	1000+100
Мышьяк	2,0
Олово	4,5
Ртуть	2,1
Свинец	32
Сурьма	4,5
Хром (3-валентный)	90
Сера (сернистые соединения)	160
Сероводород	0,4
Нитраты	130
Водорастворимая форма	
Фтор	10
Подвижные формы	
Свинец	6
Никель	4
Хром	6
Медь	3
Цинк	23
Кобальт	5
Марганец: для черноземов для дерново-подзолистых почв	700
При pH=4,0	300
При pH=5,1-6,0	400
При pH=6,0	500

Задание: определить размер ущерба от загрязнения земель при вывозе бытовых отходов на несанкционированную свалку. Объем отходов 1000 м^3 .

Размер ущерба рассчитывается по формуле:

$$П = Нп \cdot М \cdot Кэ \cdot 25 \cdot Кв \cdot К_{инд}$$

$Кв = 5,6$ (продолжительность восстановления 10 лет)

$К_{инд} = 2,45$ (коэффициент индексации за 2015 год)

По данным Управления Росприроднадзора по Приморскому краю за 2013 год в Приморье образовалось 41136,648 тыс. тонн отходов, в т.ч. 40407,592 тыс. тонн – V класса опасности (98,2 %) – практически не опасных. Таким образом, основная масса отходов в Приморском крае представлена практически неопасными вскрышными и вмещающими породами, золошлаковыми отходами, «хвостами», шламами и прочими малоопасными (IV-V класса опасности) отходами переработки добытых рудных и нерудных полезных ископаемых. Ежегодный объем образования твердых бытовых отходов в Приморском крае составляет свыше 1 млн тонн.

На территориях большинства муниципальных образований Приморского края утилизация бытовых отходов обеспечивается только вывозом отходов от населения на свалки, не имеющие природоохранных сооружений и зачастую расположенные на земельных участках, не отведенных в соответствии с действующим законодательством под складирование отходов. Инфраструктура по переработке отходов на территории края практически не развивается. Исключение составляют только г. Уссурийск и г. Владивосток, в которых построены современные мусоросортировочные комплексы с полигонами по захоронению не утилизируемых отходов. Кроме этого, сжигание отходов в целях получения тепловой энергии производится на спецзаводе в г. Владивостоке. Анализ приведенных данных в «Докладе об экологической обстановке в Приморском крае в 2013 г.» позволяет сделать вывод о том, что экологическая обстановка на территории Приморского края продолжает по отдельным показателям оставаться напряженной. В то же время, реализация

на территории Приморского края мероприятий экологической направленности способствовала улучшению экологической обстановки в крае. Расходы на реализацию государственной программы «Охрана окружающей среды Приморского края» в 2013 году составили 180287,70 тыс. рублей, в том числе 45540,18 тыс. рублей – по подпрограмме «Обращение с твердыми бытовыми и промышленными отходами в Приморском крае».

Контрольные вопросы:

1. В чём заключается экономический смысл платности природных ресурсов?
2. Какие эколого-экономические проблемы вызывают отходы?
3. В каком случае при расчете размера платы за размещение отходов используется коэффициент 0,3?
4. Назовите способы снижения уровня загрязнения ОПС.

Рекомендуемая литература:

1. Основы природопользования: экологические, экономические и правовые аспекты: учебное пособие / А.Е. Воробьев, В.В. Дьяченко, О.В. Вильчинская и др. – 2-е изд., доп. и перераб.– Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 542с.
2. Кожухар В.М. Практикум по экономике природопользования: учебное пособие / В.М. Кожухар. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2005. – 208с.
3. Сельскохозяйственная экология / Н.А. Уразаев, А.А. Вакулин, В.И. Марымов и др. – М.: Колос, 2000. – 368с.
4. Харина С.Г. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие / С.Г. Харина. – Благовещенск: Издательство ДальГАУ, 2002. – 101с.

Лабораторно-практическая работа № 10

Агроэкологическая роль биологического азота

Цель работы: закрепление и углубление знаний по вопросам биологического земледелия, полученных в лекционном курсе и вследствие самостоятельной работы над учебной литературой, а также приобретение практических навыков конструирования севооборотов, обеспечивающих наибольшую биологическую азотфиксацию.

Теоретические сведения

Биологизация земледелия – одно из приоритетных направлений развития сельскохозяйственного производства, где биологическому азоту отводится особая роль.

Интерес к биологической азотфиксации связан с возможностью сокращения объемов применения минерального азота в технологиях выращивания полевых культур при одновременном снижении энергетических затрат на производство растениеводческой продукции.

Азот, фиксируемый микроорганизмами, называется биологическим, а микроорганизмы, связывающие молекулярный азот, - азотфиксаторами или diaзотрофами. К азотфиксаторам относят клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*, которые по специфичности в отношении бобового растения-хозяина разделены на следующие виды: *Rh. leguminosarum* – вирулентные для гороха, чины, чечевицы, кормовых бобов, вики; *Rh. Phaseoli* – для фасоли; *Rh. japonicum* – для сои; *Rh. lupini* – для люпина; *Rh. meliloti* – для люцерны, донника, тригонеллы; *Rh. simplex* – для эспарцета. Одна и та же раса может иметь активные, малоактивные и неактивные штаммы клубеньковых бактерий.

Активные клубеньковые бактерии интенсивнее фиксируют азот воздуха и больше накапливают его в растении, формируют более крупные клубеньки на главном и скелетных корнях, отличаются наличием розового пятнышка внутри, обусловленного наличием пигмента леггемоглобина,

близкого по составу к гемоглобину. Неактивные клубеньки – мелкие, но многочисленны, располагаются на тонких корешках, белые, не содержат леггемоглобина и фиксируют мало азота воздуха.

Установлены четыре пути поступления биологического азота в почву за счет фиксации его из атмосферы (Базилинская М. В., 1989):

- 1) симбиотическими микроорганизмами (известно примерно 200 растений-симбионтов);
- 2) свободноживущими почвенными микроорганизмами (бактерии рода *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Clostridium* и др.);
- 3) ризосферными (ассоциативными) бактериями (семейств *Spirillaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Bacillaceae* и др.), обитающими на поверхности корней растений и в прилегающей к корням почве;
- 4) папоротником азоллой в симбиозе с водорослью анабеной.

Симбиотические азотфиксаторы (клубеньковые бактерии) живут в тканях растений, стимулируя образование особых разрастаний на корнях или листьях в форме клубеньков или узелков, в которых осуществляется фиксация азота атмосферы. Эти разрастания называются бактериоидами и фактически являются азотфиксирующими органеллами клеток бобового растения – хозяина. Симбиотическая азотфиксация, протекающая при участии клубеньковых бактерий, дает 60-300 кг/га азота.

Годовое количество азота, продуцируемое свободноживущими азотфиксирующими микроорганизмами, составляет (кг/га): 38-192 (дерново-подзолистые почвы); 48-216 (серые лесные); 90-312 (черноземы и черноземнолуговые); 135-330 (каштановые); 215-516 (сероземы) и 69-540 (солончаки и солонцы). Ассоциативная азотфиксация осуществляется микроорганизмами, живущими в ассоциации с растениями и в большей степени зависят от легкодоступного органического вещества и энергии. Вклад несимбиотической азотфиксации в общий баланс почвенного азота в среднем составляет 15 кг/га.

Суммарная годовая продукция азотфиксации в наземных экосистемах

составляет 175-190 млн. т, из которых 90-110 млн. т приходится на почвы агроэкосистем. При этом доля биологического азота в урожае достигает 60-90%.

Наибольшей потенциальной способностью азотфиксации обладает люцерна. В южных районах России при орошении она фиксирует на 1 га свыше 500 кг азота атмосферы при урожайности сена 30 т/га; в Нечерноземной зоне, при благоприятных условиях и урожаях 10-14 т/га, люцерна фиксирует 220-290 кг/га азота, а при средних урожаях сена (4-5 т/га) – 80-110 кг/га азота.

Второе место по потенциальной фиксирующей способности занимает клевер луговой: при благоприятных условиях его возделывания при сборе 12,9 т сена с 1 га клевер фиксирует 250 кг азота из воздуха, в менее благоприятных условиях при урожайности 5-6 т/га сена – 70-90 кг/га, а при урожайности 2,5-3 т/га только 30-40 кг/га. Клеверу луговому близки по азотфиксирующей способности клевер ползучий, козлятник восточный, лядвенец рогатый и люпин многолетний. При урожайности зеленой массы 48-80 т/га они фиксируют до 200-400 кг/га азота, а при урожайности 10-15 т/га - всего 30-35 кг/га.

Зернобобовые культуры усваивают меньше азота атмосферы, чем многолетние бобовые травы, поскольку у них интенсивная фиксация продолжается в течение 1,5-2 месяцев, а у многолетних трав – 3-4 месяца (Вавилов П. П. и др., 1983).

Среди однолетних культур наибольшей азотфиксирующей способностью обладает люпин белый, соя, кормовые бобы.

Горох при урожайности 1,5-1,7 т/га усваивает 50-60 кг/га азота, при 3,5 т/га – 140, а при 5 т/га – до 180 кг/га. Люпин желтый фиксирует примерно 80 кг/га азота, люпин синий около 110 кг/га.

Эффективность азотфиксации зависит от экологических условий агроценоза: содержания в почве органического вещества, обеспеченности растений элементами питания, влажности, температуры, реакции среды,

присутствии в почве спонтанных активных штаммов клубеньковых бактерий либо инокуляции растений вирулентным штаммом специфичных клубеньковых бактерий. Оптимальными для азотфиксации являются: рН почвенного раствора 6,5-7,5; малое содержание в почве минерального азота, температура воздуха в пределах 20-25°C.

Несмотря на повсеместное присутствие азотфиксирующих микроорганизмов в почве, искусственное заражение растений селективными штаммами гораздо эффективнее, чем местными. Поэтому в сельскохозяйственной практике применяется прием инокуляции бобовых и небобовых культур. По мнению ученых, эффективность инокуляции очевидна, она позволяет повысить продуктивность посевов во всех регионах Российской Федерации.

Наибольшая азотфиксация отмечается на черноземах выщелоченных с рН 6-6,5, типичных (рН 6,2-6,8), обыкновенных (рН 6,5-6,8), оподзоленных (рН 6-6,5), темно-серых лесных почвах (рН 6-6,5). Снижение азотфиксации наблюдается на светло-серых (рН 5-5,5), серых лесных (рН 5,5-6) почвах, выщелоченном (рН 5,5-6), оподзоленном (рН 5,5-6) и южном (рН 7) черноземах. Кроме того, на серых лесных почвах наблюдается средняя обеспеченность калием, что обуславливает более низкую азотфиксацию по сравнению с черноземами, в которых обеспеченность калием высокая.

Считается, что вклад биологического азота в азот урожая составляет 20%, а его доля в закрепленный почвой азот – 40%. При фиксации растениями атмосферного азота исключается загрязнение почв, водоемов и атмосферы, которое имеет место при внесении химического азота. Биологическая азотфиксация позволяет снизить нормы азотных удобрений, уменьшить опасность загрязнения почвы и растений избыточным количеством нитратов, то есть снизить антропогенную нагрузку на агроэкосистему.

Изучение механизмов азотфиксации и взаимодействия микроорганизмов и растений показало необходимость разработки и

использования генной инженерии для создания биопрепаратов, улучшающих фиксацию атмосферного азота. Использование, например, ризоторфина под бобовые растения позволяет уменьшить объемы применения азотных туков и увеличить урожайность бобовых на 10-30%, а также повысить сбор белка на 0,2-0,5 т/га.

Для успешного возделывания сельскохозяйственных культур в новых осваиваемых районах необходимо использовать биологические препараты, содержащие штаммы специфичных для данной культуры бактерий.

В настоящее время создан ряд биопрепаратов для использования под небобовые культуры: агрофил *Agrobacterium radiobacter*, применяется при возделывании овощных культур; группа биопрепаратов комплексного действия «Экстрасол», способствует лучшему использованию элементов минерального питания растений, снижает поражение растений фитопатогенами и пр.

Задание. Требуется установить, какой из севооборотов (четырёх-, пяти- или семипольный) обеспечивает наибольшую биологическую азотфиксацию?

Исходные данные. Величины симбиотической фиксации атмосферного азота на черноземных почвах составляют: вика яровая – 90 кг/га в год, горох – 72 кг/га, люцерна – 280 кг/га, эспарцет – 140 кг/га. При этом в почве остается в среднем под зернобобовыми 15 кг/га, а под многолетними травами 90 кг/га азота.

Определите:

1. Какие эквивалентные нормы азотных минеральных удобрений (кг/га) обеспечивает биологическая азотфиксация под зернобобовыми культурами и многолетними травами, если 1 кг/га накапливаемого в почве азота соответствует 2,3 кг/га и 1,8 кг/га азотных удобрений?

2. Сколько процентов может восполнить биологическая азотфиксация в четырехпольном севообороте: 1-2 – люцерна; 3 – озимая рожь; 4 – овес + вика, при ежегодном внесении 70 кг азотных удобрений на 1 га севооборотной площади?

3. Сколько процентов может восполнить биологическая азотфиксация в пятипольном севообороте: 1-3 – эспарцет; 4 – озимая рожь; 5 – овес + вика, при ежегодном внесении 70 кг азотных удобрений на 1 га площади севооборота?

4. Сколько процентов может восполнить биологическая азотфиксация в семипольном севообороте: 1 – эспарцет; 2 – озимые; 3 – сахарная свекла; 4 – горох; 5 – озимые; 6 – сахарная свекла; 7 – просо, при ежегодном внесении 70 кг азотных удобрений на 1 га площади севооборота?

Контрольные вопросы:

1. Перечислите бактерии-азотфиксаторы.
2. Пути поступления биологического азота в почву
3. Какие сельскохозяйственные культуры обладают наибольшей азотфиксирующей способностью?
4. От каких факторов зависит эффективность азотфиксации?
5. Используя литературные источники, расскажите о современных биопрепаратах, улучшающих фиксацию атмосферного азота.

Рекомендуемая литература:

1. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии: учебное пособие / В.П. Герасименко. – СПб.: Изд-во Лань, 2009. – 432с.
2. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия /В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 367с.

Лабораторно-практическая работа № 11

Альтернативное земледелие.

Вермикультура и биогумус:

экологические аспекты подготовки и применения

Цель работы: закрепление и углубление знаний по вопросам конструирования альтернативных систем земледелия, полученных в

лекционном курсе и вследствие самостоятельной работы над учебной литературой, а также вопросов практического получения биогумуса.

Теоретические сведения

Многочисленные негативные последствия, обусловленные технократическим подходом к интенсификации, стимулировали интерес к «биологическому земледелию» (альтернативному, природному и т.п.). Свидетельством этому являются научные конференции, появление специальных журналов, создание международного центра биологического земледелия и др. Во многих странах развивается альтернативное земледелие, основанное на строгом соблюдении научных рекомендаций по освоению природно-ресурсного потенциала сельскохозяйственных угодий и более умеренном использовании факторов интенсификации с целью уменьшения техногенных воздействий на агроэкосистемы.

Основа альтернативного (биологического) земледелия – сокращение до разумного минимума внешнего антропогенного воздействия на агроэкосистему, создание максимума благоприятных предпосылок для полноценного использования её собственного биопотенциала. Альтернативное земледелие, по мнению зарубежных ученых, это не система, а концепция, новый подход к земледелию, группа методов, этика отношения к земле.

Большой интерес к альтернативному ведению сельского хозяйства в конце 80-х годов обусловлен и тем, что значительно возрос спрос на биологически чистые продукты питания. IFOAM включает около 300 экологических союзов из десятков стран. При этом во многих западных странах союзам альтернативного земледелия предоставляют кредиты.

Все большее внимание альтернативному земледелию уделяют и в России. Основным пропагандистом альтернативного сельского хозяйства призвана стать ассоциация фермеров России АЛЬТАГРО при поддержке IFOAM. Определенную работу по усилению экологической направленности АПК проводят российские фермеры, сотрудничая с кафедрами МСХА им.

К.А. Тимирязева, где давно ведут исследования по альтернативному земледелию в России. В целом доля экологически чистых хозяйств пока не превышает 1-2 % общего их числа, а вклад в общую продукцию сельского хозяйства весьма незначителен.

Четко разграничить альтернативное (биологическое) земледелие и традиционное достаточно сложно. Тем не менее, цели альтернативного земледелия можно свести к следующим: сохранение и повышение плодородия почвы, защита окружающей природной среды, активизация круговоротов веществ и переноса энергии в агроэкосистемах, снижение материал- и энергоёмкости получаемой продукции, экономия ресурсов невозполнимой энергии, улучшение качества производимой продукции, обеспечение устойчивости агроэкосистем.

Сущность альтернативного земледелия заключается в полном или частичном отказе от синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста и кормовых добавок. Агротехнические мероприятия основываются на строгом соблюдении севооборотов, введении в их состав бобовых культур, сохранении растительных остатков, применении навоза, компостов и сидератов, использовании биологического метода защиты растений.

Почву в альтернативном земледелии принимают практически за живой организм со сложными физико-химическими и биологическими процессами. Обрабатываемая почва является сосредоточением многочисленных реакций обмена веществ, основную роль в которых играют почвообитающие организмы (эдафон), включая и почвенные микроорганизмы. Обеспечить сбалансированным питанием растения может только почва с высокой биологической активностью, которая в альтернативном земледелии обеспечивается за счет внесения органических удобрений, главным образом компостов, рассматриваемых как питательный субстрат для почвенных организмов. Компост приводит в движение большие резервы питательных веществ, находящихся в почве, включая фосфор, калий, делая их доступными для растений. Внесение минеральных удобрений в почву допускается только

в составе компостов. Следовательно, в альтернативном земледелии считается необходимым удобрять почву, а не растения, в основу положен принцип: «От здоровой почвы — к здоровому растению, животному и человеку».

Основным аспектом является сохранение первоначальной структуры почвы и эдафона. Предпочтение отдается мероприятиям, которые способствуют сохранению эдафона, стимулируют биологическую активность почвы, способствуют накоплению гумуса в почве, направлены на уничтожение сорняков, препятствуют заражению почвы возбудителями различных болезней.

При обработке почвы в альтернативном земледелии основываются на следующих принципах:

- не допускается внесение в глубокие почвенные горизонты неперегнивших органических веществ: необходимо осуществлять лишь их мелкую заделку с тем, чтобы они перегнивали в поверхностном слое;

- в зависимости от особенностей альтернативного земледелия применяют навозно-земляной и обычный компост (в биодинамическом земледелии) или свежий навоз (в биоорганическом земледелии);

- рекомендуется по возможности отказываться от отвальной вспашки почвы. При необходимости в такой вспашке следует избегать глубокой обработки почвы, так как она приводит к снижению содержания питательных веществ в корневой зоне, а в засушливых условиях — к разрушению водоносного слоя;

- в целях борьбы с уплотнением почвы применяется только легкая сельскохозяйственная техника;

- рыхление почвы позволяет сохранить активность эдафона, отдается предпочтение обработке почвы рыхлителями.

В животноводстве вместо сложных кормовых смесей, включающих многочисленные синтетические кормовые добавки переход к естественным (натуральным) кормам.

Применение альтернативных методов оказывает положительное влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека.

К числу недостатков альтернативного земледелия относят его повышенную зависимость от природных факторов, необходимость возделывания на больших площадях кормовых культур для нужд животноводства и сокращение за счет этого площадей под другими важными культурами, более низкий уровень урожайности сельскохозяйственных культур, повышение трудозатрат на их производство за счет приготовления и внесения компостов по сравнению с традиционной системой. Из-за этих недостатков многие ученые и практики относятся с достаточной осторожностью к альтернативному земледелию.

Опыт передовых хозяйств в различных регионах страны показывает, что можно вести высокоинтенсивное земледелие, получать высокие урожаи и не допускать возникновения отрицательных явлений. По мнению целого ряда ученых, широкомасштабное применение альтернативного земледелия в чистом виде в России с целью решения экологических проблем вряд ли возможно. Они выражают несогласие с отдельными составляющими концепциями альтернативного земледелия, например, в отношении полного отказа от минеральных удобрений, которые, на их взгляд, не обеспечивают полного возврата отчуждаемых с урожаем питательных веществ, особенно фосфора. Биологические средства повышения почвенного плодородия не рекомендуют противопоставлять минеральным удобрениям, пестицидам и другим средствам химизации, так как при правильном использовании агрохимикатов действие биологических факторов усиливается.

В связи с вышеизложенным, более реальной является разработка интегрированного земледелия, которое включало бы лучшие черты альтернативных систем, и в то же время допускало бы в разумных размерах применение минеральных удобрений и пестицидов. Такое земледелие отвечало бы как требованиям интенсивного ведения растениеводства с

использованием современных достижений науки и техники, так и соответствовало бы задачам охраны окружающей среды.

Вермикультура и биогумус: экологические аспекты подготовки и применения

Еще земледельцы Древнего Египта видели в дождевых червях залог высоких урожаев. Аристотель называл их «кишечником» земли. Чарльз Дарвин в одном из первых своих научных докладов «Об образовании почвенного слоя» изложил теорию, согласно которой весь плодородный слой нашей планеты уже побывал внутри червей, и не один раз. Скромными обитателями почвы интересовались великий русский ученый В.В. Докучаев и его ученик Г.Н. Высоцкий.

С наступлением «агрехимического бума» о червях почти забыли. Правда, уже в конце 40-х годов в США появились первые червеводческие хозяйства. Питательным субстратом служили мусорные кучи, а объектом культивирования – обычные навозные черви. Постепенно дождевых червей стали использовать на корм скоту, для ускорения компостирования навоза и даже как источник белка в рационе жителей развивающихся стран.

Началом вермикультурной революции стал 1959 год, когда в университете штата Калифорния врачом Барретом после двадцатилетней работы с обычным навозным червем была выведена новая раса – калифорнийский красный червь. Его коммерческое название – калифорнийский красный гибрид. В отличие от диких червей (они живут 4 года) продолжительность жизни калифорнийского красного гибрида достигает 16 лет, и при хороших условиях за год от одного червя можно получить до 1500 молодых особей.

В последние годы во многих странах вермикультивирование получило довольно широкое распространение. Формирование и развитие данного направления обусловлено возможностью решения на биологической основе ряда актуальных экологических задач: утилизация органических отходов, повышение плодородия почвы, получение высококачественного

органического удобрения и экологически безопасной сельскохозяйственной продукции. Особый интерес к вермикультивированию проявляют сторонники альтернативного земледелия.

Одну из острейших проблем современности – утилизацию и переработку органических промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов в определенной степени, возможно решить с помощью вермикультуры.

На основе культуры червей изготавливают ценнейшее органическое удобрение – биогумус. Технологии получения биогумуса различные. Как показали экспериментальные исследования во многих странах, из тонны органического сухого материала при переработке его червями образуется 600 кг гумусного органического удобрения, содержащего 20% гумуса и 65-75% зольного остатка, а другие 400 кг превращаются в 100 кг живых червей и микробов и энергию их жизнедеятельности. Одной из главных биологических особенностей дождевых червей является наличие в них особых обеззараживающих ферментов.

Биогумус содержит в хорошо сбалансированной и легкоусвояемой форме все необходимые для питания растений вещества. Кроме того, в биогумусе представлены практически все необходимые микроэлементы и биологически активные вещества, среди которых ферменты, витамины, гормоны, ауксины, гетероауксины и др., стимулирующие рост и развитие сельскохозяйственных культур.

Биогумус – это не только гумусное удобрение, но и уникальное микробиологическое удобрение, содержащее в своем составе сообщество полезных почвенных микроорганизмов, создающих плодородие земель. Внесение его в почву нормализует развитие свойственных здоровой почве микробных ассоциаций. Биогумус превосходит навоз и компосты по содержанию гумуса в 4-8 раз. Под влиянием биогумуса у растений ускоряются процессы органогенеза, улучшается обмен веществ, а в результате формируется ранняя продукция и большая величина

урожайности. Установлено, например, что благодаря биогумусу прибавка урожая зерновых составляет 30-40 %, картофеля – 30-70, овощных – 35-70 %. Под влиянием биогумуса повышается качество продукции: уменьшается содержание нитратов в сельскохозяйственной продукции и улучшается её пищевая ценность. Применение биогумуса в закрытом грунте снижало содержание нитратов в огурцах в 4-7 раз и увеличивало содержание сахаров в 2-3 раза. Отмечается увеличение содержания витамина С в фруктах и овощах.

Биогумус ускоряет распад пестицидов в почве и растениях, оздоравливает загрязненные почвы.

В результате обобщения и анализа накопленных материалов были сформулированы основные агроэкологические свойства биогумуса:

- биогумус превосходит традиционные органические удобрения по действию на рост, развитие и урожайность различных сельскохозяйственных культур;

- элементы питания в биогумусе находятся в органической форме, что надежно предотвращает их вымывание и способствует пролонгированному действию;

- доступность элементов питания в биогумусе значительно больше, что обусловлено содержанием большинства необходимых для растений элементов в хорошо усвояемой форме;

- оптимальная реакция среды, формируемая наличием биогумуса, создает, в свою очередь, более благоприятную среду для развития растений;

- биогумус характеризуется высокой буферностью, поэтому не создается избыточная концентрация солей в почвенном растворе, что обычно происходит при внесении высоких доз минеральных удобрений;

- богатство полезной микрофлоры в биогумусе существенно увеличивает его питательное и фитосанитарное значение для высших растений;

- отсутствие семян сорной растительности минимизирует в последующем необходимость механической или химической борьбы с сорняками;

- содержание в биогумусе биологически активных веществ уменьшает стрессовое состояние растений, особенно рассады, увеличивает приживаемость, ускоряет прорастание семян, повышает устойчивость растений к заболеваниям и т.д.

Использование биогумуса позволяет получать экологически безопасную сельскохозяйственную продукцию. Так, даже при наличии тяжелых металлов в биогумусе они содержатся в виде комплексных соединений хелатного типа, что делает их малодоступными растениям. Установлена также возможность червей и биогумуса связывать радионуклиды, находящиеся в почве и органических удобрениях, резко уменьшать поступление тяжелых металлов в растения.

Биогумус используется для реанимации и рекультивации почв, подвергшихся негативным антропогенным воздействиям, для снижения содержания в них тяжелых металлов и радионуклидов.

В процессе своей жизни червь вместе с частичками субстрата захватывает почвенные микроорганизмы, споры грибов, семена сорняков, а также мельчайших животных, в частности фитонематод. В связи с чем происходит биологическое очищение почвы от патогенов.

Как свидетельствуют отечественные и зарубежные исследования, вермикультура перспективна для получения белковых кормовых добавок для животноводства, птицеводства и рыбоводства, а также в фармакологической, парфюмерной, косметической, а в некоторых странах – в пищевой промышленности и кулинарии. Хлеб с использованием дождевых червей используют на Филиппинах. В Японии в тонирующие напитки добавляют экстракт из дождевых червей. В штате Калифорния имеется специальный магазин, в котором они продаются для пищевых целей.

Продукты жизнедеятельности червей – копролиты – составляют основную часть биогумуса (не менее 80 %). В копролитах червей естественных популяций содержится 11-15 % гумуса на сухое вещество. В естественных местах обитания дождевых червей (луга, пастбища, пашни) плотность их популяции (заселения) варьирует от 100 до 20000 особей на 1 м², а биомасса – от 100 до 400 г/м², что весомее пасущегося на этой площади скота. Дождевые черви обладают уникальной способностью мелиорировать и структурировать почву, прокладывая километры ходов. Каждый червь пропускает через пищеварительный канал за сутки количество почвы, равное массе его тела. Если средняя масса тела червя 0,5 г, то при количестве их 50 особей на 1 м², за сутки на площади 1 га ими перерабатывается 250 кг почвы.

По содержанию питательных элементов биогумус превосходит навоз в несколько раз (таблица 19).

Таблица 19 – Сравнительное содержание основных питательных веществ в навозе и биогумусе, %

Удобрение	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Навоз	1,26	9,75	3,85
Биогумус	6,37	22,00	7,03

При промышленном разведении червей необходимо соблюдать комплекс требований и осуществлять ряд операций. Разводить червей можно как в открытом, так и в защищенном месте. Из множества видов червей для разведения лучше использовать красный гибрид (коммерческое название «калифорнийский»). Вообще же в интенсивной люмбрикультуре широко используют три вида: *Eisenia foetida*, *Lombricus rubellus* и красный гибрид.

Основные технологические операции промышленного вермикультивирования:

1. Подготовка кормового субстрата (корма для червей), т.е. его первичная ферментация. Основное сырье (отходы): малоплодородная земля, пищевые отходы, растительные отходы, опилки, навоз, бумага,

целлюлоза и прочие органоминеральные отходы. Увлажняют до 70-80 % (состояние, близкое к насыщению, чтобы вода в ладони просачивалась, но не стекала). Ферментация проводится в естественных условиях при периодическом рыхлении субстрата и заканчивается, когда температура субстрата становится равной температуре окружающей среды.

2. Ферментативный субстрат служит основой для заселения червей, их последующего кормления. Субстрат размещают слоем 15-20 см и шириной 1-2 м в бурты или стеллажи, увлажняют до 70-80 %. Затем на его поверхности распределяют компост с червями так, чтобы плотность заселения составляла 50 тысяч особей на 1м². Установлено, что от плотности заселения во многом зависит производительность вермикультуры. Если плотность избыточна, повышается возбудимость червей и возникает стресс, вызванный перенаселением, что отрицательно сказывается на их размножении. При низкой плотности продуктивность червей и выход биогумуса также уменьшаются.
3. По истечении 20-30 дней после заселения и затем регулярно через 7-10 дней проводится подкормка червей. Для этого на всей поверхности бурта размещается слой субстрата толщиной 5-7 см. На протяжении всего времени вермикомпостирования поддерживают оптимальные показатели физико-химического состояния субстрата:
 - влажность – 70-80 %,
 - рН – 6,8-7,2,
 - температурный диапазон от 16 до 32°C, оптимальная температура 22-28 °C,
 - максимальная аэрация достигается периодическим рыхлением червесодержащего слоя.
4. При достижении плотности популяции 100 тысяч особей на 1 м² проводится расселение червей, для чего по всей длине бурта снимают половину (по ширине) червесодержащего слоя и переносят в

свободную секцию, равномерно распределяя его на поверхности подготовленного субстрата. Оставшуюся половину червекомпоста распределяют по всему бурту (стеллажу) и добавляют свежий корм для питания червей.

5. По мере переработки субстрата в нижней части бурта накапливается слой биогумуса. Для его выборки сверху по всей площади собирают червеносящий слой и переносят в новые секции с учетом формирования оптимальной плотности вермикультуры. Оставшийся биогумус вынимают и направляют на дальнейшую обработку (подсушивание до влажности 55-65 %, и просеивание) и реализацию.

Зимой червей желателно содержать в отапливаемом помещении при температуре не ниже 10 °С. При температуре 7 °С черви начинают впадать в состояние анабиоза. Наиболее подходящий корм в зимнее время – навоз содержанием не менее 20 % соломы.

Таким образом, полученный биогумус является высокоэффективным экологически чистым органическим удобрением, применение которого улучшает агрохимические свойства почвы, повышает качество и урожай сельскохозяйственной продукции. Кроме того, биогумус обладает исключительными физико-химическими свойствами, что позволяет применять его как прекрасный мелиорант и почвоулучшитель. И что крайне важно – создаются условия для утилизации значительных объемов органических отходов, тем самым решаются вопросы защиты окружающей среды от отходов производства и потребления.

Контрольные вопросы:

1. В чём заключается особенность альтернативных систем земледелия?
2. Значение дождевых червей для почвы.
3. Что такое биогумус?
4. Назовите основные технологические операции промышленного вермикультивирования.

Рекомендуемая литература:

1. Агрэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с: ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).
2. Игонин А.М. Дождевые черви. Как повысить плодородие почвы в десятки раз, используя дождевого червя «Старатель». – М.: Народное образование, НИИ школьных технологий, 2006. – 192 с.
3. Мустафаев Б.А. Экологически чистая безотходная технология производства биогумуса /Б.А. Мустафаев, А.Б. Кенжетаева, З.Е. Какежанова //Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: материалы III международной научной экологической конференции, 20-21 марта, 2013 г. /Кубанский ГАУ. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – С. 185-188.
4. Харина С.Г. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие / С.Г. Харина. – Благовещенск: Издательство ДальГАУ, 2002. – 101с.

Лабораторно-практическая работа № 12

Применение методов биоиндикации и биотестирования в агроэкологии

Цель работы: научиться оценивать влияние различных концентраций пестицида на семена тест-растений с построением диаграмм ингибирования роста семян.

Теоретические сведения

Биодиагностика выступает в качестве средства интегральной оценки воздействия поллютантов, что очень важно, например, для установления подверженности агроценозов антропогенным воздействиям. Доступность, простота и надежность используемых методов контроля определяет перспективность биодиагностики. Она включает биоиндикацию и

биотестирование, так как именно живые организмы позволяют комплексно оценить качество окружающей среды.

Биоиндикация заключается в оценке качества среды обитания и её отдельных характеристик по состоянию её биоты в природных условиях (выявление наличия в компонентах окружающей среды каких-либо загрязняющих веществ). Возможности биоиндикаторов могут служить важным дополнением к физическим и химическим методам измерений.

Биотестирование (bioassay) – как правило, процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов. Многие из существующих методов биотестирования являются обязательным нормативом государственного экологического контроля.

Для биотестирования применяются бактерии, водоросли, высшие растения, моллюски, пиявки, рыбы и другие организмы. Для биотестирования почвенных образцов применяют дождевых червей, олигохет (кольчатых червей) и различных насекомых. Размножение дождевых червей в значительной степени зависит от наличия в перерабатываемом субстрате пестицидов, тяжелых металлов и других поллютантов.

Привнесенные в агроэкосистемы искусственные элементы и вещества представляют серьезную проблему. Вносимые на протяжении десятилетий химические продукты зачастую трудно идентифицировать, тем более определять количественный состав, в связи с их непрогнозируемыми изменениями. Пестициды, минеральные удобрения, экотоксиканты могут разрушаться фотохимически, окисляться, гидролизироваться, другими словами, претерпевать физико-химические изменения и биологические превращения. Всё это послужило основой расширения использования методов биотестирования для экологической оценки.

Среди биологических индикаторов целесообразно различать биоиндика-

торы уровней загрязнения и биоиндикаторы состояния экосистемы. Первые представляют собой организмы-концентраторы, в которых накапливаются (концентрируются) определенные поллютанты.

Оценку загрязненности среды обитания осуществляют по отклику организмов, выражающемуся в определенных физиологических реакциях и в накоплении токсикантов в органах и тканях. Например, использование в качестве биоиндикаторов лишайников, которые хуже, чем высшие растения, защищены покровной тканью, поэтому, особенно чувствительны к загрязняющим веществам.

Биоиндикаторы состояния экосистем издавна используются человеком. Так, в районах повышенной сейсмической активности поведение домашних животных (кошек, собак) помогает предсказать землетрясение или извержение вулкана. Обилие в травостое конского щавеля, осок, лютиковых свидетельствует о значительной кислотности почв. Молодые растения табака очень чувствительны к присутствию в воздухе фотооксидантов – озона и органических пероксидов (изменение пигментации листьев вследствие их некротизации).

Биотестирование позволяет с помощью специально подобранных, высокочувствительных к загрязнителям животных-тестов определить интегральную токсичность проб с исследуемых территорий, оценить эколого-токсикологическое состояние агроценозов и возможные его последствия.

Тест-объекты обычно выбирают среди наиболее чувствительных к загрязнителям видов. При наличии определенного количества вредных веществ в анализируемой пробе животные сигнализируют о токсичности изменением своего физиологического состояния или смертью.

В агроэкологии методы биодиагностики с успехом используют для оценки токсичности тех или иных соединений (например, солей тяжелых металлов, пестицидов), субстратов (образцов почв, отобранных в различных зонах города, вдоль автомагистралей), сточных вод, идущих на повторное

использование.

Методы биодиагностики дают возможность учитывать суммарное действие на культуру не только используемого гербицида, но и всех продуктов его распада, многие из которых характеризуются большей фитотоксичностью, чем исходный препарат.

По точности определения содержания фитотоксичных остатков пестицидов в почве, как свидетельствуют результаты сравнительных опытов по ряду культур и гербицидов, биометод не уступает экспериментальным. Инструментальные методы (газовая, газожидкостная, жидкостная, тонкослойная хроматографии и др.) трудоёмки, требуют специальной аппаратуры (сложной и дорогой), малопроизводительны, требуют высокой квалификации работников и специального инженерного обслуживания приборов.

Метод биоиндикации имеет много преимуществ:

- способствует охране здоровья работников, полностью исключает процедуры многоступенчатого экстрагирования гербицидов с помощью органических растворителей, большинство из которых оказывают вредное влияние на человека;

- прост в выполнении и перспективен, так как позволяет с помощью проростков или быстрорастущих растений, чувствительных к изучаемым классам гербицидов, определять их суммарные остаточные количества в почве;

- оперативен, так как позволяет быстро получить наглядные результаты без применения дорогостоящих реактивов и оборудования;

- позволяет быстро оценить суммарную фитотоксичность почвы;

- экономичен.

Данные методы можно использовать не только для учебных лабораторных работ, но и при выполнении курсовых, дипломных, а также научно-исследовательских работ. Следует отметить, что все результаты

испытаний с тест-растениями должны быть подвергнуты статистической обработке.

Можно использовать семена кресс-салата, мака, укропа, льна, редиса, пшеницы и т.д. Для достоверной оценки применяют не менее трех тестов с разными видами семян.

С целью профилактики семена протравливают. Сухие семена погружают в 1 % раствор марганцевокислого калия на 0,5 часа, а затем промывают дистиллированной водой, используя два слоя марли, обсушивают на фильтровальной бумаге на воздухе.

Семена почти всех растений, не требующих скарификации, дружно и быстро прорастают в весенний период, хуже – в осенний и очень плохо – в период глубокого покоя (с половины ноября до половины января).

Оборудование и реактивы:

1. Термостат;
2. Чашки Петри;
3. Пенициллиновые пузырьки;
4. Пипетка аптечная;
5. Стеклограф;
6. Фильтровальная бумага;
7. Семена тест-растений;
8. Исходный раствор пестицида 2,4 Д (0,001 %);
9. Раствор сахарозы (2 %);
10. Дистиллированная вода.

Приготовление растворов пестицидов

Известно, что все пестициды действуют на биоту в миллионных долях процента, поэтому исходный раствор пестицида, например, 2,4 Д, берётся 0,001-0,0001 % в 2 %-ной сахарозе. Раствор готовят в небольшом объеме (50 мл на группу) и разбавляют затем до нужных концентраций. Исходный

раствор пестицида разливают в пенициллиновые пузырьки по 5 мл. Последующие растворы готовят разбавлением исходного раствора. Например, 1 мл 0,001 % раствора и 9 мл растворителя – получается 0,0001 % раствор. Каждый взбалтывают, последующий раствор готовят из предыдущего, чем достигаются разные концентрации: 0,00001 %, 0,000001 %, 0,0000001 %.

Данную работу можно расширить за счет использования солей тяжелых металлов, которые в малых концентрациях усиливают ростовые процессы, а в больших – подавляют.

Ход анализа:

1. Два фильтра, смоченные раствором пестицида (0,0001-0,000001 %) помещают на дно чашки Петри, раскладывают на них 50 семян, закрывают крышкой, ставят в термостат при температуре +25-26 °С.

2. Оценивают степень прорастания семян и величину проростков по отношению к контролю, принятому за 100 %. Контроль ставят на дистиллированной воде.

3. Строят диаграммы ингибирования роста семян по отдельным показателям: процент прорастания, размер всего проростка, развертывание семядолей и др.

4. Делают выводы.

ПДК для пестицидов – это миллионные доли процента.

В научных целях (например, для дипломной работы) оценку производят тогда, когда семена на контроле прорастут на 50 %.

Контрольные вопросы:

1. Дать понятие о биоиндикаторах.
2. Требования, предъявляемые к биоиндикаторам.
3. Фитоиндикация состояния почвенного покрова.
4. Назовите преимущества метода биоиндикации по сравнению с инструментальными методами анализа.

Рекомендуемая литература:

1. Агрэкология. Методология, технология, экономика / В.А. Черников, И.Г. Грингоф, В.Т. Емцев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2004. – 400с: ил.- (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).
2. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студентов вузов / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: ВЛАДОС, 2001. – 288с.
3. Использование метода биоиндикации для оценки остаточных количеств гербицидов в почве и их суммарной фитотоксичности / Н.Б. Пронина, В.Ф. Ладонин, Е.Ф.Студеникина и др. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 39с.
4. Жмур Н.С. Государственный и производственный контроль токсичности методами биотестирования в России. – М.: Международный Дом сотрудничества, 1997. – 114 с.

Лабораторно-практическая работа № 13

Оценка безотходности производства продукции

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета показателя полноты использования материально-сырьевых ресурсов, коэффициента экологичности производства и интегрального коэффициента безотходности производственного процесса (на примере производства муки).

Теоретические сведения

Современное сельскохозяйственное производство характеризуется все увеличивающимся воздействием человека на окружающую среду. В связи с высокой техногенной нагрузкой на территории вопросы внедрения экологически безопасных, малоотходных и безотходных технологий весьма актуальны.

Безотходная технология – это такой метод производства продукции, при котором все сырье и энергия используются наиболее рационально и комплексно в цикле сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные материальные ресурсы и любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования. Создание безотходного производства – сложный и длительный процесс. Поэтому промежуточный его этап – малоотходное производство, при котором вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами.

В нашей стране разработан ряд малоотходных и безотходных технологий производства продукции. Например, *фермерское хозяйство с замкнутым циклом экологически безопасного производства* (Клинский центр экологических технологий). Деятельность фермерского хозяйства – производство многоцелевой сельскохозяйственной культуры – топинамбура и переработка его на пищевые продукты, в частности, на фруктозный сироп. Для утилизации отходов и побочной продукции топинамбура предусмотрены дополнительные производства: свиноферма на 300 животных для скармливания жома, получаемого в производстве фруктозного сиропа, производство биогумуса с помощью вермикультуры (500 т в год) на основе переработки свиного навоза, а также биокорма (1000 т в год) на основе переработки зеленой массы топинамбура с помощью гриба вешенки. Кормовая ценность биокорма эквивалентна кормовой ценности фуражного зерна.

Другой пример, *замкнутая гидропонная система для совместного выращивания карпа, томатов и огурцов* (МСХА им. К.А. Тимирязева). Рыба потребляет корм из автокормушки, а растения очищают циркулирующую воду, проходящую через их корневую систему. При этом уровень авторегуляции загрязнения и очистки воды настолько совершенен, что в воде обнаруживаются только следы нитратов. Для утилизации продуктов

выделения рыбы массой 1 кг необходимо выращивать 19 кг растительной массы.

В настоящее время нет типовой методики, по которой можно было бы оценивать с учетом всех отходов экологическое совершенство технологии. Вместе с тем в ряде отраслей народного хозяйства такие оценки проводятся по конкретным видам производства. Для того чтобы понять научно-практические подходы к решению этой проблемы, приведем некоторые критерии экологичности технологических процессов.

Уровень безотходности производства продукции может определяться (Комаров В. И., Мануйлова Т. А., 1997):

- показателем полноты использования материально-сырьевых ресурсов ($K_{пр}$), характеризующим степень замкнутости технологического процесса по отношению к окружающей среде;

- показателем экологичности ($K_{эп}$), характеризующим интенсивность воздействия производственного процесса на окружающую среду. Показатель $K_{пр}$ рассчитывается по формуле:

Показатель $K_{пр}$ рассчитывается по формуле:

$$K_{пр} = \frac{\sum Q_i (B_n - V_o)}{\sum B_n \cdot Q_i}, \quad (1)$$

где Q_i – фактический расход ресурсов (сырья, материалов, энергии, топлива) на единицу произведенной продукции или переработанного сырья в т или м³;

B_n – объем производства продукции или переработки сырья в т или м³;

V_o – объем неиспользованных отходов в т или м³.

Коэффициент экологичности находится по формуле:

$$K_{эп} = 1 - \frac{\sum V_o \cdot I_{oi}}{\sum Q_i \cdot V_u}, \quad (2)$$

где I_{oi} – показатель относительной опасности отходов i -го вида;

V_u – объем использованных отходов i -го вида в т или м^3 .

Интегральный коэффициент безотходности производственного процесса $K_{\text{бп}}$ рассчитывается по выражению:

$$K_{\text{бп}} = K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{эп}} \quad (3)$$

При $K_{\text{бп}} = 0,9-1$ – производство условно безотходное ($0 < C_{\text{зв}} < \text{ПДК}$), где $C_{\text{зв}}$ – концентрация загрязняющих веществ в мг/кг.

Если $K_{\text{бп}} = 0,7-0,9$, то производство малоотходное ($C_{\text{зв}} = \text{ПДК}$ или $C_{\text{зв}} = \text{Вр ПДК}$), здесь Вр – временное.

$K_{\text{бп}} < 0,7$ – стандартные технологии производства ($C_{\text{зв}} > \text{ПДК}$).

Задание: используя формулы 1-3, установить степень безотходности технологического процесса переработки зерна пшеницы.

Исходные данные. Мукомольный комбинат. Объем размола зерна пшеницы на вальцевых станках $Q_i = 92\,100$ т/год; выход крупы № 1 и 2 – 7368 т/год, крупы № 3 и 4 – 39 603 т/год, крупы «Артек» — 11 052 т/год; мучки кормовой – 27 630 т/год; отходы I и II категории – 4881,3 т/год; отходы III категории и механические потери – 644,7 т/год. Усушка – 921 т/год. Итого крупы $B_n = 58\,023$ т/год, объем использованных отходов $V_{II} = 32\,511,3$ т/год; объем неиспользованных отходов $V_o = 1565,7$ т/год. Концентрация мучной пыли в воздухе максимально разовая $C_{\text{мп}} = 0,4$ мг/м³ (ПДК = 0,5 мг/м³). Сделайте вывод о степени безотходности технологического процесса.

Контрольные вопросы:

1. Дать понятие безотходной технологии
2. Используя литературные источники, ресурсы Интернет привести примеры малоотходных и безотходных технологий в аграрной сфере.
3. Приведите критерии экологичности технологических процессов.

Рекомендуемая литература:

1. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии: учебное пособие / В.П. Герасименко. – СПб.: Изд-во Лань, 2009. – 432с.

2. Баранников В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В.Д. Баранников. Н.К. Кириллов. – М.: КолосС, 2005. – 352с.

Лабораторно-практическая работа № 14

Расчет биоэнергетического потенциала агроландшафта (БЭПТ) и биоклиматического потенциала продуктивности (БКП)

Цель работы: ознакомиться с методиками расчета БЭПТ и БКП.

Теоретические сведения

Термин «ландшафт» международный. Он обозначает ту или иную местность, пейзаж, картину природы. Определение ландшафта как объекта исследования не везде понимается одинаково. В научной литературе на русском языке термином «ландшафт» чаще всего обозначается природно-территориальный комплекс. В Словакии под ландшафтом понимают не только природный территориальный комплекс, но и страну, родину. В Чехии ландшафт характеризовали как территориальное социально-экономическое и природное образование. Ландшафт, по Н.Д. Ярошенко – совокупность однотипных биогеоценозов: тундровых (тундровый ландшафт), таежных (таежный ландшафт), степных (степной ландшафт) и т.д.

Ландшафт – относительно однородная по своему генезису территория, на которой наблюдается закономерное повторение участков, тождественных по геологическому строению, форме рельефа, гидрологии, микроклимату, биоценозам и почвам.

Ландшафт антропогенный – ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека настолько, что изменена связь природных (экологических) компонентов в степени, ведущей к сложению нового, по сравнению с ранее существовавшим на этом месте, природного комплекса. Антропогенный ландшафт занимает 46% территории суши планеты.

Ландшафт культурный – целенаправленно созданный антропогенный ландшафт, обладающий целесообразными для человеческого общества структурой и функциональными свойствами.

Ландшафт нарушенный – тип антропогенного ландшафта, возникающий в результате нерационального использования природных ресурсов.

Ландшафты подразделяют на *природные* и *антропогенные*. К антропогенным относят ландшафты техногенные, индустриальные, городские, сельскохозяйственные.

В.Тишлер аграрный ландшафт рассматривает как экосистему с более или менее очерченными границами. Аграрный ландшафт как системное образование состоит из экологических систем низшего ранга: полей, садов, огородов (агробιοгеоценозов), лугов и пастбищ (лугопастбищных биогеоценозов), скотных дворов, ферм и животноводческих комплексов (скотоводческих систем по Ю. Одуму, ферменных биогеоценозов). Биогеоценозы аграрные, луговые, пастбищные и ферменные составляют образования взаимосвязанных природно-технических систем по производству продуктов растениеводства и животноводства. Максимум экологически чистой и сравнительно недорогой продукции может быть получен при научно- обоснованном управлении аграрными ландшафтами.

Регуляция и оптимизация аграрных ландшафтов предполагает использование системно-экологического подхода в разработке следующих прикладных направлений:

- 1) мониторинг за состоянием сельскохозяйственных экосистем, межбиогеоценозных связей;
- 2) прогнозирование – научно-обоснованное суждение о возможных изменениях структуры и функции аграрных ландшафтов и их окружения;
- 3) принятие экологически обоснованных оптимальных решений.

Системный подход в сельском хозяйстве заключается в исследовании

полевых, пастбищно-луговых и ферменных биогеоценозов как системных образований, тесно связанных между собой и формирующих единую экологическую систему высокого уровня (аграрный ландшафт, агросферу).

В.В. Докучаев разработал ландшафтный подход к формированию рациональных систем земледелия, выдвинул концепцию ландшафтной адаптации земледелия. К сожалению, докучаевская концепция оптимизации агроландшафтов не была развита в производственных масштабах. Ландшафтоведение стало развиваться в рамках физической географии безотносительно к проблемам природопользования в агропромышленном комплексе. Лишь в последние годы эрозионная проблематика подтолкнула развитие прикладных аспектов ландшафтоведения.

В последнее время все большее число ученых-земледелов и агрономов-практиков приходит к осознанию необходимости ведения земледелия на ландшафтной основе, но реализация этого возможна только при разработке научно-обоснованных принципов ландшафтного земледелия.

С позиций агробиоэнергетики ландшафтное земледелие – это система регулирования вещественно-энергетических потоков в агроландшафте, обеспечивающая его ресурсно-воспроизводящие функции, прежде всего повышение плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Природные экосистемы и ландшафты обладают способностью саморегуляции, высокой устойчивостью, энергетической, вещественной и экологической сбалансированностью. По мере развития земледелия и сельского хозяйства в целом природные системы и ландшафты трансформировались в агроэкосистемы и агроландшафты, в которых антропогенный фактор стал приобретать все большее значение.

В начальный период развития земледелия влияние антропогенного фактора на природу было несущественным. Теперь, когда масштабы и разносторонность этого влияния неизмеримо возросли, возникли опасные экологические проблемы в земледелии. Агроэкосистемы и

агроландшафты стали неустойчивыми, разбалансированными, и одна природа уже не в состоянии обеспечить их нормальное функционирование подобно природным экосистемам и ландшафтам. Только человек – сам создатель агроэкосистем и агроландшафтов может и должен обеспечить оптимальное, экологически безопасное управление агроэкосистемами и агроландшафтами на основе познания законов природы, разработки научно-обоснованных ландшафтных систем земледелия, базовой основой которых является агроландшафт.

Агроландшафт представляет собой совокупность экосистем и (или) агроэкосистем на геоморфологической конструкции природного ландшафта.

Ландшафтное земледелие должно обеспечить экологически безопасное и экономически целесообразное использование природных и антропогенных энергетических ресурсов. Решение задачи предполагает системное исследование процессов и явлений в агроландшафтах с целью определения оптимальных количественных параметров режимов трансформации энергии и вещества в них.

Основное принципиальное отличие ведения земледелия на ландшафтной основе заключается в необходимости определения структурных территориальных единиц для глубокого системного анализа и количественной оценки биоэнергетических процессов, протекающих в них.

Разработка ландшафтных систем земледелия в условиях многоукладного сельского хозяйства предусматривает приоритет ландшафтной морфогенетической структуры территории над административными и хозяйственными границами.

Несмотря на длительный период развития ландшафтоведения, основные вопросы организации и ведения земледелия на ландшафтной основе являются в значительной мере проблемными.

Как известно, система земледелия разрабатывается на конкретную территорию. При этом необходимо пользоваться унифицированными таксономическими единицами агроландшафта.

Для разработки ландшафтных систем земледелия необходимо провести: классификацию, картографирование и типизацию агроландшафтов; анализ потенциала природных и антропогенных ресурсов; составить схему интенсивности и направленности вещественно-энергетических потоков; мониторинг; дать эколого-экономическую оценку.

Необходимым условием для управления агроландшафтом через систему земледелия является количественное выражение его вещественно-энергетического баланса. Природные статьи включают солнечную и антропогенную энергию, энергию атмосферных процессов и явлений, миграционных процессов; расходные статьи – отчуждение энергии с продукцией, минерализацию органического вещества, миграционные процессы. В развивающихся агроландшафтах (как и в агроэкосистемах) наблюдается положительный баланс энергии, в стабилизированных – нейтральный и в деградирующих – отрицательный.

Организация земледелия на ландшафтной основе предполагает четкое представление о природных и антропогенных ресурсах территории, так как система земледелия является средством использования и регулирования этих ресурсов с целью получения определенного количества связанной энергии в форме сельскохозяйственной продукции.

При разработке экологически сбалансированной системы земледелия особую значимость имеет экологическая емкость агроландшафта и структура его биоэнергетического потенциала (БЭПТ). Последний меняется в зависимости от степени антропогенизации территории, времени и интенсивности использования ресурсного потенциала. Биоэнергетический подход предполагает анализ баланса вещества и энергии в определенной агроландшафтной структурной единице – водосборе.

В целом производительность ландшафта определяется соотношением различных типов растительности и степенью его антропогенизации. Для оценки территории по биоэнергетическому потенциалу необходимо ориентироваться на энергию, аккумулированную, прежде всего в орга-

ническом веществе. При этом следует учитывать особенности накопления энергии разными типами растительности, запасы энергии в древесине, корнях, трансформацию и накопление энергии в органическом веществе почвы.

С этой целью для характеристики различных агроландшафтов и ландшафтов были отобраны следующие показатели: количество органической массы на единице площади лесных, травянистых и полевых ценозов, содержание энергии в почве с учетом типа почвы, степени смывости, характера использования. При этом учитывается динамика трансформации органического вещества.

В ходе исследования предусматривалось:

- 1) определение принципов выделения территориальной единицы;
- 2) выбор и обоснование показателей БЭПТ;
- 3) систематизация исходных количественных показателей и приведение их к единой системе измерения;
- 4) математическое выражение способа измерения БЭПТ;
- 5) группировка и ранжирование рядов показателей БЭПТ;
- 6) апробация на конкретных агроландшафтах.

Для выделения ландшафтных структур используются разные критерии: общий генезис, морфометрические показатели, природные рубежи, линии тока вещества и энергии, сходство гидрологического режима и миграции химических элементов.

Поскольку органическое вещество состоит из запасов и ежегодного прироста, то энергия накапливается и в запасах, и в ежегодном приросте. Общая формула, характеризующая БЭПТ, выглядит следующим образом:

$$\text{БЭПТ} = Z + \text{Епэ},$$

где БЭПТ – биоэнергетический потенциал территории, МДж/га;

Z – запасы энергии, МДж/га;

Епэ – ежегодное приращение энергии, МДж/га.

С учетом растительности, типа почв, степени их смывости, фактора времени и площади территории в формулу вносят соответствующие коррективы.

С фактором времени и площади под каждым видом растительности общая формула для определения БЭПТ следующая:

$$\text{БЭПТ} = [3\phi (H \cdot Q'_1 + K \cdot O''_1) + \text{ОП} \cdot Q_2 + \text{МР} (H \cdot Q'_1 + K \cdot O''_1) (t - 1)] S,$$

где 3ϕ – запасы фитомассы, т/га;

H – надземная масса, т/га;

Q'_1 – содержание энергии в единице вещества наземной массы;

O''_1 – содержание энергии в единице органического вещества корней;

K – масса корней, т/га;

ОП – масса органического вещества почвы (гумуса), т/га;

Q_2 – содержание энергии в единице почвенного гумуса;

МР – ежегодный прирост массы растений, т/га;

t – число лет (без года учета);

S – площадь, га.

Определив величину всех составляющих и БЭПТ в расчете на единицу площади через учет площади под каждым видом растительности, почв, можно оценить любую территориальную единицу (природно-территориальный комплекс, ландшафт, водосбор, административный район и т.д.) по ее биоэнергетическому потенциалу.

Как правило, каждая территориальная единица (природная, административная) имеет в своем составе участки, занятые лесом и лесопосадками, луговой и пастбищной растительностью, пашней. Биоэнергетический потенциал этой территории равен сумме произведений БЭПТ единицы площади под каждым видом растительности на всю площадь, занятую каждым типом растительности, т.е.:

$$\text{БЭПТ}_{\text{общ}} = \text{БЭПТ}_1 + \text{БЭПТ}_2 + \text{БЭПТ}_3,$$

где БЭПТ_1 , БЭПТ_2 , БЭПТ_3 – биоэнергетический потенциал территории, занятой соответственно лесом, лугом, пашней.

Чтобы избежать слишком больших величин при исчислении БЭПТ, следует вести расчет через средневзвешенные величины площадей в %:

$$\text{БЭПТ}_{\text{общ}} = \text{БЭПТ}_1 \cdot S_1 + \text{БЭПТ} \cdot S_2 + \text{БЭПТ} \cdot S_3 / 100$$

Оценка биоэнергетического потенциала территории позволяет определить ее ресурсное состояние, сравнить экологическую ёмкость и пространственную изменчивость. Это послужит основой для выявления сходных категорий земель, их группировки, что позволит проводить ресурсно-экологическое районирование, определять структуру угодий (пашня, лес, луг, водные источники) агроландшафта. Поскольку агроландшафт включает различные средообразующие компоненты, в том числе и разные типы растительности, то в основном от их соотношения и зависит производительность ландшафта.

Одним из важнейших показателей, определяющих продуктивность земли, является биоклиматический потенциал (БКП).

БКП положен в основу агроклиматического районирования, оценки и рационального использования почвенно-климатических ресурсов. БКП рассчитывается по формуле:

$$\text{БКП} = K_{\text{увл}} \frac{\sum t^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}}{10^3},$$

где БКП – биоклиматический потенциал продуктивности, баллы;

$K_{\text{увл}}$ – коэффициент увлажнения, показывающий обеспеченность культуры влагой за период вегетации (в условиях Дальнего Востока изменяется от 0,7 до 1,4);

$\sum t^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}$ – сумма температур, накапливающаяся за период вегетации;

10^3 – сумма температур (1000 °C) на границе открытого земледелия.

Определение оценочного балла почвенно-климатических ресурсов проводят следующим образом: по агроклиматическим справочникам (края, области) находят $K_{\text{увл}}$ и $\sum t^{\circ} > 10^{\circ}\text{C}$, накапливаемую как в целом за вегетацию, так и за любой межфазный период роста и развития растений. Трудность составляет лишь переход баллов в БКП к урожайности сухой биомассы или

товарной продукции. Нужен некий коэффициент (β), соответствующий определенному уровню использования фотосинтетически активной радиации (ФАР). Тогда урожайность определяют по формуле:

$$Y = \beta \cdot \text{БКП},$$

где β рассчитывают по результатам экспериментальных исследований или теоретически определенным урожаям.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под термином «ландшафт» и «агроландшафт»?
2. В чем заключается системно-экологический подход при регуляции и оптимизации аграрных ландшафтов?
3. Почему необходим переход на ведение земледелия на ландшафтной основе?
4. Что необходимо для разработки ландшафтных систем земледелия?
5. Как можно рассчитать биоэнергетический потенциал территории и биоклиматический потенциал продуктивности?

Рекомендуемая литература:

1. Харина С.Г. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие / С.Г. Харина. – Благовещенск: Издательство ДальГАУ, 2002. – 101с.
2. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 367с.
3. Щербаков А.П. Ландшафтное земледелие и агробиоэнергетика / А.П. Щербаков, В.М. Володин, Н.Ф. Михайлова // Земледелие, 1994. – № 2. – С.6-7.
4. Степановских А.С. Охрана окружающей среды / А.С. Степановских. – Курган: ГИИП «Зауралье», 1998. – 512с.

Лабораторно-практическая работа № 15

Экологическая реконструкция городов и жилых зданий, экодома.

Цель работы: ознакомиться с принципами экологической реконструкции зданий.

Теоретические сведения

Ещё в древности была замечена важная, системообразующая роль жилья: «Мы создаем дома, а затем дома создают нас». Жильё оказывается важным фактором, способным существенно повлиять на решение всё более обостряющихся глобальных проблем. Человек вступил в противоречие с природой, ему надо кардинально менять стратегию и тактику своего жизнеобеспечения.

Широкий комплекс экореконструкции настолько сложен, что решение всего круга проблем невозможно в ближайшее время. Вместе с тем даже первые шаги в направлении экореконструкции и экореставрации дают положительные результаты. Об этом свидетельствует опыт Швеции, Англии, Японии, ФРГ и других стран. Эти процессы обязательны с точки зрения восстановления, поддержания и сохранения среды жизни человека – важнейшей цели всей деятельности на Земле.

Экологичные здания, предоставляющие жителям высококачественную среду, должны быть, безусловно, частью системы – экологичного района, города, страны с высоким качеством среды жизни. Их архитектурно-планировочные решения должны создавать высококачественную среду жизни внутри квартир, домов, разнообразных мест работы и учебы.

Они должны быть приспособленными (биоадаптивными) для существования живой природы на наружных поверхностях зданий, экономить ресурсы и не требовать для изготовления невозобновимых ресурсов, не быть преградами на путях потоков веществ и энергии, не выделять перерабатываемых природной средой загрязнений, создавать высокое качество жизни. Около 10 тыс. лет назад с переходом от собирательства к

примитивному производству земледельческой продукции человек начал возводить первые поселения. При заселении территории начали возникать и первые селитебные экологические проблемы.

Развитие цивилизации показало, что расселение не может формироваться независимо от естественных условий жизни. Человек не может жить вне связи с природой. В то же время современные города, поселки, деревни оказывают все более значительное техногенное воздействие, формирующееся в результате влияния промышленных предприятий, транспорта, сельскохозяйственного производства, развития коммунально-бытового хозяйства. Экологические проблемы жилища связаны с возможностью его химического, физического, физико-химического и биологического загрязнения. Поддержание экологического равновесия становится все более сложной проблемой. Важную роль в сохранении такого равновесия должны сыграть экопоселки, функционирующие по принципу природной экосистемы.

Ещё Андрей Тимофеевич Болотов (первый учёный-агроном, энциклопедист XVIII-XIX вв.) разработал практическое руководство по ландшафтному дизайну усадеб. Опережая время, он развивал средоулучшающие технологии.

Экологичная реконструкция жилых зданий начинается с улучшения их внешнего вида, вертикального и горизонтального озеленения стен и кровель, озеленения пространства вблизи здания. Даже такие простые мероприятия позволяют существенно улучшить визуальное восприятие здания и оздоровить окружающую среду. Одно из первых выполнимых условий биопозитивности зданий и сооружений – создание возможности существования и роста растений на их поверхностях. Растения, закрепленные на вертикальных, горизонтальных и наклонных поверхностях, улучшают состав воздуха и воды, очищают воздух (улучшение качества воздуха через озеленение помещений) и воду от загрязнений, улучшают микроклимат, создают биомассу, обеспечивают существование микроорганизмов, создают

звуко- и теплозащиту, улучшают внешний вид зданий, его визуальное восприятие. Вопросом, который заслуживает самого тщательного анализа, является не только правильный, экологически обоснованный выбор растений, но и проектирование архитектурно-выразительных, красивых кронштейнов, подходящих для украшений стен здания и для крепления озеленения. Они могут быть выполнены в виде керамических оболочек, сложных фигур с окраской, фигурок птиц и зверей, керамических карнизов с высококачественной отделкой.

Следующий шаг по повышению уровня биопозитивности – создание условий для существования мелких животных и птиц на озелененной поверхности здания («домики» для птиц).

Экологическая реставрация всех компонентов городских и окружающих город ландшафтов начинается с увеличения площади лесов, окружающих город, переводом в подземное пространство массы объектов и устройством на занимаемой ими территории парков, скверов, сообщающихся между собой сетью «зеленых коридоров».

«Зеленые коридоры связывают между собой все зеленые территории, и потому, становятся более устойчивыми, поддерживается благоприятное для природы биоразнообразие, обеспечивается свободная миграция животных, улучшается абсорбция загрязнений, существенно повышается сенсорная экологичность, жители получают свободный доступ к зеленым зонам отдыха, безопасным с точки зрения движения городского транспорта. Внутри зеленых коридоров можно устраивать дорожки и площадки для занятий спортом, различные общественные учреждения – центры экологического образования и воспитания, дендрарии, выставки городских экологических технологий, библиотеки и пр.

Современные ландшафтные дизайнеры предлагают вводить аэрофитотерапевтические комплексы в городскую среду в виде мест реабилитации, оздоровительных газонов, беседок, лоджий для снятия психологической усталости, напряжения, депрессии, агрессии. *Фитодизайн*

– использование растений для улучшения среды обитания человека (термин впервые введен А.М. Гродзинским (1978)). *Ландшафтоterapia* – это метод лечения, использующий эстетотерапевтическое влияние на человека зеленых пространств, парков, садов.

30% мировых ресурсов поглощает содержание и строительство жилья, оно дает не менее трети отрицательной нагрузки на природу. В программе индивидуального строительства «Свой дом» Правительство России признало приоритетным строительство экологичного жилья. Программа «экодом» работает в Новосибирском Академгородке с 1989 года.

Экодом – это малоэтажный жилой дом, в котором в максимально возможной степени используются природные процессы для обеспечения жизнедеятельности, включающие энергообеспечение и переработку всех видов отходов. В понятие «экодом» включен также участок окружающего ландшафта, который используется для полной утилизации жидких и твердых органических отходов и для производства продуктов питания. Экодом – это биологически активный объект, и он рассматривается как составная часть окружающей его экосистемы, он обладает основными признаками экосистемы. Экодом обогревается за счет солнечной энергии, накапливаемой в сезонных или суточных аккумуляторах. Для утепления экодома наилучшими являются естественные, традиционно используемые утеплители (солома, камыш, льняная костра). Кроме того, что они имеют наилучшие для человека экологические характеристики, они очень долговечны, если конструкция стены и крыши защитит их от намокания, и легко утилизируются после срока службы. В экодоме применяются природные материалы: известь, керамика, песок, дерево.

Для обеспечения дома теплом используется «солнечная» архитектура. Главными инженерными элементами с активными компонентами солнечной архитектуры, влияющими на архитектуру экодома, являются расположенные на крыше солнечные коллекторы для нагрева воздуха и воды, солнечные батареи и пристроенная с юга теплица.

Правильное расположение дома предполагает его южную ориентацию для максимального объема солнечной энергии, наличие буферных зон (теплица с юга, гараж с севера, веранды с запада или востока). В холодный период года солнце используется в пассивной воздушной системе отопления, снижая тем самым нагрузку на обогревающую систему. На кровле устанавливают гелиоколлекторы для нагрева воды.

Важным элементом экодому является переработка бытовых отходов. Бытовые отходы сортируются, неперерабатываемая часть (стекло, пластмасса, металл и др.) разделяется, моется, накапливается жильцами и сдается для переработки и вторичного использования на специализированное предприятие экопоселка. Переработка органических отходов производится в специальных биореакторах в техническом подполье или на участке методом компостирования с последующей утилизацией на ботанической площадке участка.

При планировании строительства экодому используется «ландшафтная» архитектура. Участок под экодом должен иметь лесозащитную полосу с северной стороны, систему накопления дождевой воды и ботаническую площадку, парковую рекреационную зону, а в случае активного ведения сельского хозяйства, дополнительно место под сад, огород и выращивание компостных культур.

При планировании участка надо стремиться к максимальному уменьшению размеров придомового участка, изымаемого из природы. Планировка предполагает оптимальное взаимное расположение дома, цветника, ботанической площадки с учетом естественного уклона, направления ветров, окружающей растительности, распределения грунтов. Экодом не должен затеняться с восточной, южной и западной сторон.

В Новосибирской области построен экопоселок, который стал первым в России центром экологического домостроения. Региональные программы экологического домостроения разработаны в Алмате и Атырау (Казахстан),

Республике Татарстан, Владивостоке, Красноярске, Анапе, Санкт-Петербурге, Ярославле и других городах России.

В настоящее время в 140 км к юго-западу от Москвы и в 30 км от городов Малоярославец и Обнинск действует экопоселение «Ковчег», занимающее 121 га земли, из которых 78 отведены под индивидуальные участки, 21 га сельхозземель общего пользования и т.д. Жители экопоселения своей главной задачей считают соединение консервативного уклада простой и здоровой сельской жизни и современных знаний и технологий, используемых разумно и бережно.

Соломенные экоддома Беларуси получили международное признание.

В настоящее время разрабатывается Программа создания, развития и созидания экологических поселений в Приморском крае.

В последние годы построены сотни экодомов в Америке, Канаде, Австралии, Швеции, Франции, Чили, Мексике и др. Индивидуальные дома освещаются и отапливаются с помощью энергии солнца, ветра и тепла земли (энергосберегающие, «интеллектуальные» здания). В нескольких тысячах экопоселений и экодеревень на всех континентах Земли люди уже сегодня живут в соответствии с принципами устойчивого развития.

Стокгольм Еврокомиссией назван экологическим городом 2010 года. Стокгольм можно считать чемпионом Европы по вопросам соответствия экологическим стандартам. Из индустриального района в Стокгольме соорудили привлекательный жилой массив, с парками, детскими площадками, водоемами с парусниками. Посреди массива – стеклянное сооружение – информационный центр, в который приезжают эксперты со всего мира для ознакомления с экологической подачей тепла в квартиры, очищением сточных вод и переработкой мусора.

В британском округе Норт Кестивен (графство Линкольншир) начался эксперимент по строительству соломенных домов. Стоимость возведения такого дома составляет 60 тысяч фунтов стерлингов (85 тысяч долларов), что на 20 тысяч фунтов дешевле строительства домов из традиционных

материалов. Благодаря повышенным теплоизоляционным свойствам прессованной соломы жильцы таких домов смогут экономить до 80 % энергии, затрачиваемой на отопление. Разработчики проекта дома подчеркивают, что благодаря специальной технологии прессования соломы дома будут пожаробезопасны, ожидаемый срок службы таких домов – сто лет.

Датская архитектурная компания «Bjarke Ingels Group» (BIG) разработала для Парижа экологический проект многофункционального комплекса «Eurocity». Согласно проекту крыши комплекса превратятся в зеленые холмистые ландшафты с панорамным видом на центр Парижа. Кроме зеленой зоны на верхнем ярусе посетители смогут насладиться аквапарком с водными горками и симулятором волн.

В Японии разработана концепция «умного города» или экогорода (разрабатываемый жилой массив из 2600 домов и квартир). Предусматривает создание умного энергетического пространства (общественный транспорт и легковые водородные автомобили), установку фотоэлектрических панелей для преобразования солнечной энергии, технологию производства чистой воды из сточных вод и морской воды, вторичную переработку отходов.

На Кипре построят экогород «Неаполис» (проект займет территорию в 110 га) с автономным производством электроэнергии из геотермальной и солнечной энергии, а также системой переработки отходов и экономией энергии и ресурсов, до 70 % территории экогорода займут зеленые зоны. При возведении жилых объектов – применение энергосберегающих материалов и технологий. Дата реализации проекта – 2010-2023 гг.

В Дубае проектируется использование 4000 фотогальванических панелей на южном фасаде небоскреба «Маяк», принадлежащему Международному финансовому центру. Вкупе с тремя мегатурбинами они будут обеспечивать потребности здания в электричестве. Подобные проекты, претендующие на звания самых экологичных небоскребов в мире, есть в Бахрейне, Гуаньджоу, Нью-Йорке, Лондоне, Чикаго, Роттердаме

(использование энергии солнца и ветра, сбор и очистка дождевой воды, размещение на этажах многоярусных зимних садов, балконы с разнообразными зелеными насаждениями и встроенными бассейнами и т.д.).

Вопросы экологической реконструкции городов исключительно актуальны. Для постепенного возврата к устойчивому состоянию биосферы человек должен сократить площадь нарушенных земель с 61 % в настоящее время до 38 %, то есть вернуть в природную среду, предварительно восстановив, 32 млн км² территории суши, причем с первичной биологической продуктивностью, примерно равной средней по Земле.

Контрольные вопросы:

1. Какие экологические проблемы возникают в городах?
2. Почему необходимо развивать экологическое домостроение?
3. Какие материалы используются при строительстве экоддома?

Рекомендуемая литература:

1. Маринченко А.В. Экология: учебное пособие /А.В. Маринченко. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2007. – 328с.
2. Тетиор А.Н. Экологическая инфраструктура (экологический базис природоохранного обустройства территорий): учебное пособие / А.Н. Тетиор. – М.: Изд-во МГУП, 2002. – 420с.
3. Харина С.Г. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие / С.Г. Харина. – Благовещенск: Издательство ДальГАУ, 2002. – 101с.
4. Газета «Шестая раса», 2008. – № 8,10; 2009. – № 2, 11; 2012. – № 6, 9.
5. Жученко А.А. Средоулучшающие технологии А.Т. Болотова / А.А. Жученко-мл, В.М. Косолапов, И.А. Трофимов и др. // Кормопроизводство. – 2013. – № 9. – С. 9-12.

Тематика семинаров и рефератов

Семинары по дисциплине «Сельскохозяйственная экология»

Согласно примерной программы дисциплины «Сельскохозяйственная экология» рекомендуется проведение *семинаров по темам:*

1. Проблемы экологизации сельскохозяйственного производства.
2. Агроэкологический мониторинг.
3. Организация и планирование природоохранной работы на предприятиях агропромышленного комплекса.

Примерная тематика рефератов и презентаций

1. Ресурсы биосферы и проблемы обеспечения продовольствием населения
2. Природно-ресурсный потенциал сельскохозяйственного производства
3. Функционирование агроэкосистем в условиях техногенеза
4. Функциональная роль почвы в агроэкосистемах
5. Биогенное загрязнение вод в условиях интенсификации аграрного производства
6. Экологические проблемы химизации
7. Экологические проблемы орошения и осушения
8. Экологические проблемы механизации
9. Альтернативные системы земледелия и их экологическое значение
10. Оптимизация агроландшафтов и организация устойчивых агроэкосистем
11. Устойчивость агроэкосистем при разных системах земледелия
12. Ресурсосберегающие технологии земледелия
13. Экологические основы адаптивного растениеводства
14. Производство экологически безопасной продукции растениеводства
15. Производство экологически безопасной продукции животноводства

16. Агроэкологическая оценка факторов жизни и урожайности сельскохозяйственных культур
17. Экологическая регуляция и оптимизация пастбищных биогеоценозов
18. Компоненты агробиогеоценоза и характер взаимоотношений между ними
19. Роль человека в формировании агробиогеоценоза
20. Перспективы развития сельского хозяйства в XXI веке
21. Обеспечение экологической устойчивости аграрного производства
22. Концепции использования и управления агроэкосистемами
23. Экологическое сельское хозяйство
24. Продовольственная и экологическая безопасность России
25. Экологическое нормирование антропогенного воздействия на агроландшафт
26. Роль систем земледелия в устойчивом развитии агроландшафта
27. Ландшафтно-адаптивное земледелие аридных территорий
28. Социальные и этические основы устойчивого развития агроландшафтов

Вопросы для самостоятельной работы студентов:

1. Влияние сельскохозяйственной деятельности человека на экологическое равновесие в природе.
2. Основные источники загрязнения и приоритетные загрязнители агросферы.
3. Моделирование природных процессов в решении экологических проблем.
4. Биоклиматический потенциал продуктивности и рациональное использование природных ресурсов.
5. Биоиндикация и биотестирование в агроэкологии.
6. Влияние состояния окружающей среды на здоровье людей.

7. Проблемы охраны окружающей среды и устойчивого развития.
8. Природоохранная роль безотходных и малоотходных технологий и производств в агропромышленном комплексе.
9. Проблемы и пути сохранения биологического разнообразия.
Экономические аспекты сохранения биологического разнообразия.
10. Ландшафтная организация агроэкосистем.
11. Эколого-токсикологическая оценка территории агроэкосистемы.
12. Экологическая биотехнология.
13. Экологизация науки, образования, современной жизни.
14. Экологические менеджмент, аудирование и страхование.
15. Агроэкологический мониторинг.
16. Антропогенные изменения климата и их влияние на сельскохозяйственное производство.
17. Экодом: реалии и перспективы.
Государственная система управления природоохранной деятельностью.
18. Оптимизация производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.
19. Современная экологическая ситуация в России.
20. Экологическая ситуация в аграрном секторе Приморского края.

Рекомендуемая литература:

а) основная литература:

1. Баранников В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции / В.Д. Баранников, Н.К. Кириллов. – М.: КолосС, 2005. – 352с.
2. Арустамов Э.В. Экологические основы природопользования: учебник / Э.В. Арустамов, И.В. Ливакова, Н.В. Баркалова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2008. – 320с.
3. Основы природопользования: экологические, экономические и правовые аспекты: учебное пособие / А.Е. Воробьев, В.В. Дьяченко, О.В. Вильчинская и др. – 2-е изд., доп. и перераб.– Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 542с.
4. Страхова Н.А. Экология и природопользование / Н.А. Страхова, Е.В. Омельченко. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 252с.
5. Биология растений с основами экологии: учебное пособие / В.А. Шевченко, А.М. Соловьев, И.П. Фирсов и др. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 342с.

б) дополнительная литература:

1. Агрэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с: ил. - 1 (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).
2. Агрэкология. Методология, технология, экономика / В.А. Черников, И.Г. Грингоф, В.Т. Емцев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: КолосС, 2004. – 400 с: ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).
3. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 367с : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).
4. Сельскохозяйственная экология / Н.А. Уразаев, А.А. Вакулин, В.И. Марымов и др. – М.: Колос, 2000. – 368с.

5. Кузнецов М.С. Эрозия и охрана почв: учебник / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ; Изд-во КолосС, 2004. – 352с.
6. Маринченко А.В. Экология: учебное пособие /А.В. Маринченко. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2007. – 328с.
7. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: учебное пособие для вузов / Ю.В. Новиков. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2000. – 320с.
8. Основы экологии и экологическая безопасность: учебное пособие / под. ред. В.В. Шкарина, И.Ф. Колпащиковой. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородской гос. медицинской академии, 1998. – 172с.
9. Передельский Л.В. Экология / Л.В. Передельский, В. И. Коробкин, О.Е. Приходченко. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. – 512с.
10. Степановских А.С. Охрана окружающей среды / А.С. Степановских. – Курган: ГИИП «Зауралье», 1998. – 512с.
11. Трушина Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушина. – Ростов н/Д.: Феникс, 2001. – 384с. (Сер. «Учебники XXI века»).
12. Трушина Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушина. – Изд-е 3-е, доп. и перераб. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 416с.
13. Федорова А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 288с.
14. Харина С.Г. Сельскохозяйственная экология: учебное пособие / С.Г. Харина. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2002. – 101с.
15. Христофорова Н.К. Экологические проблемы региона: Дальний Восток – Приморье: учебное пособие / Н.К. Христофорова. – Владивосток, Хабаровск: Кн. изд-во, 2005. – 304 с.
16. Шевелуха В.С. Сельскохозяйственная биотехнология / В.С. Шевелуха. – М.: Высшая школа, 1998. – 376с.

Тестовые задания по разделам дисциплины

Агроэкосистемы и их функционирование в условиях техногенеза

- 1) ТЕРМИН «ТЕХНОГЕНЕЗ» ВВЕЛ В НАУКУ
 - а) А.Е. Ферсман;
 - б) А.И. Перельман;
 - в) В.И. Вернадский.
- 2) ПО УРОВНЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОСФЕРУ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО ВЫШЛО НА
 - а) 5 место;
 - б) 2 место;
 - в) 3 место;
- 3) ОТ ИСТОЧНИКА ФТОРИСТЫХ ВЫБРОСОВ ДО ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ДОЛЖНО БЫТЬ НЕ МЕНЕЕ
 - а) 3 км;
 - б) 500 м;
 - в) 1 км.
- 4) В ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ МЕРЕ ДЕПОНИРУЮТСЯ ПРОДУКТЫ ТЕХНОГЕНЕЗА В ЗВЕНЕ
 - а) продуценты;
 - б) консументы;
 - в) редуценты;
- 5) УКАЖИТЕ НЕВЕРНЫЙ ОТВЕТ. ПРИСПОСОБЛЕНИЕ РАСТЕНИЙ К ТОКСИКАНТАМ ТРАНСПОРТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ СПОСОБАМИ
 - а) ксерофитизации;
 - б) физиологической приспособляемости;
 - в) дефолиации;
 - г) естественного отбора.

6) ОБОГАЩЕНИЕ ВОДОЁМОВ БИОГЕННЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

- а) не нарушает экологического равновесия;
- б) нарушает равновесие;
- в) стабилизирует равновесие.

7) РОЛЬ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ПОВЕДЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АГРОЦЕНОЗАХ

- а) увеличивают подвижность металлов;
- б) переводят тяжелые металлы в трудноусвояемые формы;
- в) не оказывают влияния.

8) НАИБОЛЕЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ УДОБРЕНИЕ

- а) торфонавозный компост;
- б) нитроаммофос;
- в) биогумус;
- г) навоз;
- д) торф.

9) КАКОЕ ОТНОШЕНИЕ Н:С ХАРАКТЕРИЗУЕТ СИЛЬНУЮ СТЕПЕНЬ ДЕГРАДАЦИИ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ПОЧВЫ?

- а) 75-80;
- б) 80-85;
- в) 75;
- в) 60-65.

10) ВБЛИЗИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ В ТРАВАХ НАКАПЛИВАЮТСЯ

- а) диоксины;
- б) микотоксины;
- в) нитраты;
- в) углеводы.

11) ПРИ ВЫПАДЕНИИ КИСЛОТНЫХ ОСАДКОВ НЕ ПРОИСХОДИТ

- а) изменения состава микробоценоза;

- б) подавления процессов нитрификации;
- в) снижения процессов гумификации;
- г) изменения рН почвенного раствора;
- д) увеличения концентрации растворенного А1;
- е) вымывания из верхних горизонтов Са и Mg.

Почвенно-биотический комплекс

1) УКАЖИТЕ НЕВЕРНЫЙ ОТВЕТ. В ЮЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ В СТРУКТУРЕ МИКРОБНОГО ЦЕНОЗА ПРЕОБЛАДАЮТ

- а) бактерии;
- б) актиномицеты;
- в) грибы.

2) СРЕДИ ЖИВОТНЫХ ОРГАНИЗМОВ БИОСФЕРЫ В СРЕДНЕМ ОБИТАТЕЛИ ПОЧВЫ ХАРАКТЕРИЗУЮТСЯ НАИБОЛЬШЕЙ БИОМАССОЙ

- а) 300 кг/га;
- б) 520 кг/га;
- в) 480 кг/га.

3) УКАЖИТЕ НЕВЕРНЫЙ ОТВЕТ. ХАРАКТЕР И ИНТЕНСИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА ЗАВИСЯТ ОТ ТРЁХ ГЛАВНЫХ ФАКТОРОВ

- а) типа почвы;
- б) состава растительности;
- в) гидрологического режима;
- г) комплекса организмов-трансформаторов.

4) БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ

- а) 53 % белка, 16 % нуклеиновых кислот, 10 % жиров;
- б) 46 % белка, 10 % жиров, 7 % ферментов, витаминов, ростовых

веществ;

в) 28 % белка, 16 % нуклеиновых кислот, 16 % жиров

5) ПРОЦЕСС НАКОПЛЕНИЯ В ПОЧВЕ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЕМЫХ КОРНЯМИ РАСТЕНИЙ, НОСИТ НАЗВАНИЕ

а) почвоистощение;

б) почвоутомление;

в) ацидификация;

г) метаногенез.

б) В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННЫХ ЛИЗИМЕТРОВ ПЕРИОД ПОЛУУДАЛЕНИЯ СВИНЦА СОСТАВЛЯЕТ

а) 740-5900 лет;

б) 310-1500 лет;

в) 70-510 лет.

7) НЕПРИГОДНЫМИ ДЛЯ ПРОЖИВАНИЯ СЧИТАЮТСЯ ПОЧВЫ С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ДИОКСИНОВ

а) 1 нг/кг;

б) 0,00008 мг/кг;

в) 0,01 мг/кг.

8) ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ НЕ ИМЕЕТ НИКАКОГО ОТНОШЕНИЯ К ПРОЦЕССУ

а) эвтрофикации водоемов;

б) роста оврагов;

в) изменения типа почвы;

г) потери продуктивной влаги;

д) заиливания русел рек;

е) выноса биогенных элементов.

9) СРЕДСТВА ХИМИЗАЦИИ

а) положительно влияют на ПБК;

б) не оказывают влияния;

в) отрицательно влияют на ПБК.

10) РАДИОНУКЛИДЫ Cs^{137} И Sr^{90} ПРОЧНЕЕ ЗАКРЕПЛЯЮТСЯ В ПОЧВАХ, ГДЕ СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

- а) высокое;
- б) низкое;
- в) среднее.

11) РАДИОНУКЛИДНЫЕ ВЫПАДЕНИЯ Cs^{137} И Sr^{90} ЛОКАЛИЗУЮТСЯ НА ЦЕЛИННЫХ ПОЧВАХ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО В СЛОЕ

- а) 0-5 см;
- б) 0-20 см;
- в) 0-50 см;
- г) 0-100 см.

12) КАКОЙ ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В ПОЧВУ ОРГАНИЧЕСКОЙ МАССЫ ОДНОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВ

- а) 1,6;
- б) 1,4;
- в) 1,3;
- в) 1,5.

Экологические проблемы химизации

1) МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ ИГРАЮТ РОЛЬ

- а) воспроизводства плодородия;
- б) оптимизации ландшафтов;
- в) изменения генофонда культурных растений;
- г) улучшения химического состава продукции;
- д) улучшения радиозэкологической обстановки.

2) ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, ПЕСТИЦИДОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

- а) увеличивает загрязнение экосистем;
- б) не оказывает влияния;
- в) снижает загрязнение.

3) ЗАГРЯЗНЕНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НАЗЫВАЕТСЯ

- а) естественно-биологическим;
- б) естественным;
- в) антропогенным.

4) ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

- а) тяжелые металлы;
- б) агрохимикаты;
- в) сточные воды.

5) НЕБЛАГОПРИЯТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ НА РАСТЕНИЯ СВЯЗАНО С

- а) повышенным содержанием бора;
- б) осмотическим давлением почвенного раствора;
- в) ухудшением водно-физических свойств почвы;
- г) неблагоприятным солевым составом;
- д) пониженной концентрацией солей.

6) ИСТОЧНИКОМ ПОСТУПЛЕНИЯ СОЛЕЙ В АГРОЛАНДШАФТ ЯВЛЯЮТСЯ

- а) оросительные воды;
- б) семенной материал;
- в) материнские породы;
- г) грунтовые воды;
- д) опад растений галофитов.

7) ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ПОЧВЫ

- а) способствует загрязнению окружающей среды;
- б) не способствует загрязнению окружающей среды.

8) ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- а) способствует экологизации с/х производства;
- б) не способствует экологизации с/х производства.

9) ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ПРОДУКЦИЯ МОЖЕТ

- а) содержать тяжелые металлы, нитраты и пестициды, не превышающие ПДК;
- б) не содержать их.

10) БОЛЬШЕ Cs^{137} И Sr^{90} НАКАПЛИВАЮТ СОРТА РАСТЕНИЙ

- 1) раннеспелые;
- 2) позднеспелые.

11) КАКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В СОСТАВЕ ПРИМЕСЕЙ В ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЯХ ПРЕДСТАВЛЯЮТ ОПАСНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ?

- а) кальций;
- б) тяжелые металлы;
- в) кислород;
- г) водород.

12) КАК НАЗЫВАЕТСЯ ПОКАЗАТЕЛЬ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙ УРОВЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА, ПРИ КОТОРОМ ПОГИБАЕТ 50 % ПОДОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ?

- а) ПДК;
- б) МДУ;
- в) LD_{50} ;
- г) ДОК.

13) В КАКОЙ СРОК БЕССМЫСЛЕННО ОПРЕДЕЛЯТЬ ОСТАТОЧНЫЕ КОЛИЧЕСТВА В ПОЧВЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕСТОЙКИХ ПЕСТИЦИДОВ?

- а) 3-5 суток;
- б) 50-60 суток;
- в) после 2 месяцев;
- в) 15-30 суток.

14) КАКОЙ УРОВЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТА В ПОЧВЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫМ?

- а) дефицит элемента;
- б) оптимальное содержание;
- в) допустимые концентрации;
- в) губительные концентрации.

15) ПДК ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ – ТАКАЯ МАКСИМАЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВРЕДНОГО ВЕЩЕСТВА, ПРИ КОТОРОЙ ОНО

- 1) не вызывает прямого влияния на соприкасающиеся с почвой среды, на здоровье человека;
- 2) не вызывает косвенного влияния на способность почвы к самоочищению и вегетации растений;
- 3) не вызывает прямого или косвенного влияния на соприкасающиеся с почвой среды, на здоровье человека, а также на способность почвы к самоочищению и вегетации растений.

16) КАКОЙ ИЗ РАДИОНУКЛИДОВ ИМЕЕТ НАИБОЛЬШУЮ СТЕПЕНЬ ПОДВИЖНОСТИ В ПОЧВАХ?

- а) Ce^{144} ;
- б) Cs^{137} ;
- в) Sr^{90} ;
- г) I^{129} .

Устойчивость и оптимизация агроэкосистем

- 1) УКАЖИТЕ НЕВЕРНЫЙ ОТВЕТ. УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗЛИЧАЮТ НА
- а) упругую;
 - б) резистентную;
 - в) оптимальную.
- 2) СПОСОБНОСТЬ ЭКОСИСТЕМ ПЕРЕХОДИТЬ ИЗ ОДНОГО СОСТОЯНИЯ В ДРУГОЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВНЕШНИХ СИЛ ИЛИ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ НАЗЫВАЕТСЯ
- а) изменчивость;
 - б) эластичность;
 - в) допустимые пределы изменений.
- 3) ЦЕЛЕСООБРАЗНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ НАБЛЮДАЕТСЯ, КОГДА ПРОЦЕНТНОЕ СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ПЛОЩАДЯМИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ СОСТАВЛЯЕТ
- а) 60 : 40;
 - б) 70 : 30;
 - в) 20 : 80.
- 4) ПОДДЕРЖАНИЕ УСТОЙЧИВОЙ ЗАМКНУТОСТИ КРУГОВОРОТА ВЕЩЕСТВ ВОЗМОЖНО, КОГДА
- а) приток вещества покрывает половину биологических потребностей;
 - б) приток намного превышает внешнее поступление питательных веществ в экосистему;
 - в) приток на одну треть превышает внешнее поступление питательных веществ в экосистему.
- 5) КАКОЕ СВОЙСТВО ЭКОСИСТЕМ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ОПРЕДЕЛЯЮЩИМ В ИХ ОТНОШЕНИИ К ВНЕШНИМ ФАКТОРАМ ВОЗДЕЙСТВИЯ?
- а) целостность;

- б) устойчивость;
- в) эластичность;
- г) инерция;
- д) емкость;
- е) функционирование;
- ж) пределы изменений.

6) КАКОЙ ИЗ ПРИНЦИПОВ НЕ ВХОДИТ В СИСТЕМУ «САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ» И «САМООЧИЩЕНИЯ АГРОЛАНД-ШАФТА»?

- а) адекватности;
- б) стабилизации;
- в) совместимости;
- г) соответствия фитоценозов местообитанию.

7) КАКОЙ ПРИЗНАК НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ОТЛИЧИТЕЛЬНЫМ ДЛЯ АГРОЭКОСИСТЕМ?

- а) пищевые цепи;
- б) структура пространственного разнообразия;
- в) круговорот питательных элементов;
- г) сорта и гибриды;
- д) развитие и эволюция.

8) КАК НАЗЫВАЕТСЯ КРУГОВОРОТ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ЧЕРЕЗ БИОТУ И ОБРАТНО В ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА?

- а) ресурсный цикл;
- б) производственный цикл;
- в) биогеохимический цикл;
- г) региональный баланс.

9) НАУЧНО ОБОСНОВАННАЯ ИРРИГАЦИЯ И ОСУШИТЕЛЬНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

- а) улучшают свойства и плодородие почв;

б) не оказывают влияния на свойства и плодородие почв.

10) КАКОЙ ИЗ НИЖЕПЕРЕЧИСЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ НЕОБХОДИМО ДОПОЛНИТЕЛЬНО УЧИТЫВАТЬ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ?

- а) величину и качество урожая;
- б) загрязнение природных вод;
- в) плодородие почв;
- г) дозы удобрений.

11) КАКОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ НЕОБХОДИМО ДОПОЛНИТЕЛЬНО УЧИТЫВАТЬ ПРИ ОСУШЕНИИ ЗЕМЕЛЬ?

- а) качество продукции;
- б) режим влажности;
- в) загрязнение почв;
- г) разрушение органического вещества.

12) КАК НАЗЫВАЕТСЯ ДИАПАЗОН СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ МЕЖДУ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ МИНИМУМОМ И МАКСИМУМОМ?

- а) предел устойчивости;
- б) гомеостаз;
- в) резистентность;

13) ЧТО МЕНЯЕТСЯ МЕДЛЕННЕЕ ВСЕГО ПРИ АНТРОПОГЕН-НОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ЭКОСИСТЕМЫ?

- а) численность и видовое разнообразие;
- б) сознание человека;
- в) качество воздуха;
- г) свойства и режимы почв;
- д) запасы и качество воды;
- е) величина и качество продукции.

14) ЗАТРАТЫ ЭНЕРГИИ НА УДОБРЕНИЕ И ОБРАБОТКУ ПОЛЕЙ В ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕДНИХ 50-ТИ ЛЕТ

- а) увеличиваются;
- б) остаются неизменными;
- в) уменьшаются.

15) РЕАКЦИЯ ОРГАНИЗМОВ НА НИТРАТЫ И НИТРИТЫ
(ТОКСИЧНОСТЬ)

- а) нитраты более токсичны, чем нитриты;
- б) нитриты в 2 раза токсичнее нитратов;
- в) нитриты в 20-40 раз токсичнее нитратов;
- г) нитриты в 140 раз токсичнее нитратов.

16) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ
ВОЗНИКАЕТ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, ВЫРАЖАЮЩЕЕСЯ В

- а) уплотнении и разрушении почвы;
- б) выделении аммиака;
- в) загрязнении нефтепродуктами;
- г) химическом и акустическом загрязнении.

17. ЧТО НЕ ОТНОСИТСЯ К НАРУШЕНИЮ БИОЭНЕРГЕТИЧЕС-
КОГО РЕЖИМА ПОЧВ?

- а) деvegetация;
- б) дефляция;
- в) дегумификация;
- г) почвоутомление и истощение.

**Природоохранные и ресурсосберегающие технологии в сельском
хозяйстве**

1) БАЗОВЫМ ДОКУМЕНТОМ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИМ
ТРЕБОВАНИЯ К ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕЛЬСКОМ
ХОЗЯЙСТВЕ

- а) ФЗ «Об экологической экспертизе»;
- б) ФЗ «Об охране окружающей природной среды»;

в) ФЗ «О единстве средств измерений».

2) В ОСНОВЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕЖАТ ТАКИЕ АСПЕКТЫ, КАК ЭКОНОМИЧЕСКИЙ, ЗДРАВООХРАНИТЕЛЬНЫЙ, ЭСТЕТИЧЕСКИЙ, ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ И...

а) научный;

б) апокалипсический;

в) схоластический;

г) амбициозный.

3) ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ ОТХОДЫ ДЕЛЯТСЯ НА БЫТОВЫЕ, ПРОМЫШЛЕННЫЕ И ...

а) сельскохозяйственные;

б) твердые;

в) газообразные;

г) жидкие.

2) ОБОРОТНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ – ЭТО

а) техническая система, при которой предусмотрено многократное использование в производстве отработанных вод при очень ограниченном их сбросе (до 3 %) в водоёмы

б) система промышленного водоснабжения и водоотведения, в которой многократное использование воды в одном и том же производственном процессе, осуществляется без сброса сточных и других вод в природные водоёмы

3) КАКОЙ ИЗ ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ КАТИОНОВ НЕ ОПРЕДЕЛЯЕТ СТЕПЕНЬ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ?

а) Pb^{2+} ;

б) K^{+} ;

в) Ca^{2+} ;

г) Mg^{2+} .

4) В КАКОМ СЛУЧАЕ ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА ЯВЛЯЕТСЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПРАВДАНЫМ?

- а) фосфор в грунтовых водах;
- б) нитраты в грунтовых водах;
- в) патогенная микрофлора в почве;
- г) показатели качества почвы, воды и продукции оптимальны.

5) ИЗ ВСЕГО ДОБЫВАЕМОГО ЧЕЛОВЕКОМ СЫРЬЯ В ОТХОДЫ ПОПАДАЕТ

- а) 80-90 %;
- б) 98-99 %;
- в) 75-85 %.

6) СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАННЫХ ЧЕЛОВЕКОМ ПРОИЗВОДСТВ В ПОДАВЛЯЮЩЕМ БОЛЬШИНСТВЕ ЯВЛЯЮТСЯ

- а) открытыми системами;
- б) замкнутыми системами;
- в) частично замкнутыми системами.

7) В ОСНОВУ КРИТЕРИЕВ, ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ПОЛОЖЕНЫ СУЩЕСТВУЮЩИЕ

- а) градостроительные нормативы;
- б) органолептические нормативы;
- в) санитарно-гигиенические нормативы;
- г) токсикологические нормативы.

8) ИЗ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА МОЖНО ПОЛУЧАТЬ СВЫШЕ

- а) 100 наименований различных продуктов;
- б) 70 наименований различных продуктов;
- в) 200 наименований различных продуктов.

9) ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС БИОЛОГИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ, В КОТОРОМ ОРГАНИЧЕСКИЙ СУБСТРАТ ПОДВЕРГАЕТСЯ АЭРОБНОЙ БИОДЕГРАДАЦИИ, НАЗЫВАЕТСЯ

- а) разложением;

- б) сгоранием;
- в) уплотнением;
- г) компостированием.

10) ПРОЦЕСС ВНЕДРЕНИЯ В ЗЕМЛЕДЕЛИЕ РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ УЛУЧШИТЬ ИЛИ СОХРАНИТЬ ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ, НАЗЫВАЕТСЯ

- а) экологизацией земледелия;
- б) химизацией земледелия;
- в) землеустройством;
- г) экоаудированием;
- д) лицензированием.

11) В КАЧЕСТВЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИЗНАЮТСЯ

- а) различные кадастры;
- б) различные кодексы;
- в) экологическое страхование;
- г) нормирование;
- д) система платежей за природные ресурсы и за загрязнение ОПС.

12) НА СКОЛЬКО КЛАССОВ ОПАСНОСТИ ПРИНЯТО ПОДРАЗДЕЛЯТЬ ОТХОДЫ?

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.

13) ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ОХРАНУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА КОНКРЕТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ НЕОБХОДИМО ВОЗЛАГАТЬ НА

- 1) экологическую службу;
- 2) экономическую службу;
- 2) все подразделения.

Агроэкологический мониторинг

1) КАКОЙ КРИТЕРИЙ НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ВАЖНЕЙШИМ ЭТАПОМ НАУЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ МОНИТОРИНГА?

- а) приоритетность факторов;
- б) источники воздействия;
- в) чувствительные критические точки;
- г) реакция биосферы в целом.

2) КАКАЯ ПОДСИСТЕМА НЕ ЯВЛЯЕТСЯ СОСТАВНОЙ ЧАСТЬЮ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА?

- а) мониторинг источников антропогенного воздействия;
- б) мониторинг состояния микробоценозов;
- в) социально-психологические информационные мероприятия;
- г) социально-гигиенический мониторинг.

3) ЧТО НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЗАДАЧЕЙ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА?

- а) организация наблюдений;
- б) оценка получаемой информации;
- в) подготовка постановлений и решений;
- г) получение информации;
- д) прогноз возможного изменения агроэкосистем;
- е) разработка решений и рекомендаций.

3) КАКУЮ ЗАДАЧУ НЕ РЕШАЕТ ЛОКАЛЬНЫЙ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ?

- а) прогноз вероятных изменений;
- б) проведение систематических наблюдений;
- в) оценка и прогноз изменения состояния;
- г) оценка высокоэффективных экологически безопасных технологий.

4) ЧТО НЕ ЯВЛЯЕТСЯ СОСТАВНОЙ ЧАСТЬЮ ПОЧВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА?

- а) контроль за состоянием почв;
- б) прогноз вероятных изменений состояния почв;
- в) оценка рельефа территории;
- г) научно-обоснованные рекомендации.

5) КАКОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В СИСТЕМЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА?

- а) содержание сырого белка;
- б) стекловидность зерна;
- в) содержание элементов;
- г) активность нитратредуктазы.

6) ЧТО НЕ ПОЗВОЛЯЮТ ОЦЕНИТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ?

- а) развитие процессов опустынивания;
- б) состояние земельных ресурсов;
- в) состояние земельного участка крестьянина;
- г) деградацию лесных угодий.

7) ЧТО НЕ ВХОДИТ В ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ МОНИТОРИНГА?

- а) наблюдение;
- б) регулирование качества среды;
- в) оценка прогнозируемого состояния;
- г) оценка фактического состояния;
- д) прогноз состояния.

8) КАКОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ОТСУТСТВУЕТ В СИСТЕМЕ НАБЛЮДЕНИЙ СТАНЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ФОНОВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ?

- а) озон;

- б) кислород;
- в) оптическая плотность аэрозолей;
- г) химический состав осадков;
- д) атмосферно-электрические характеристики.

9) КАКОЙ ТИП ЛИЗИМЕТРОВ НЕ СУЩЕСТВУЕТ?

- а) лизиметрические воронки;
- б) лизиметры-ящики;
- в) лизиметры-монолиты;
- г) насыпные лизиметры.

10) ЧТО НЕ ЯВЛЯЕТСЯ КЛЮЧЕВЫМ БЛОКОМ В ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ?

- а) механический состав;
- б) гумус;
- в) вода;
- г) воздух.

11) КАКИЕ ФУНКЦИИ НЕ ВЫПОЛНЯЕТ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ?

Какие функции не выполняет микробиологический мониторинг?

- а) качество почвенной среды;
- б) экологически безопасные технологии;
- в) нормативная информация;
- г) качество посевного материала.

12) ЧТО НЕ ВХОДИТ В БАЗУ ДАННЫХ ПОЛИГОННОГО МОНИТОРИНГА?

- а) каталоги опытов;
- б) описание краткосрочных опытов;
- в) описание длительных опытов;
- г) описание свойств почв;
- д) материалы наблюдений.

13) КАКОГО ВИДА ИМПЕРАТИВА НЕ СУЩЕСТВУЕТ?

а) экологический;

б) моральный;

в) этнический.

14) ЧТО НЕ ВХОДИТ В СИСТЕМУ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА?

а) охрана парков и садов;

б) сохранение и развитие духовного мира;

в) охрана здоровья человека;

г) охрана окружающей среды.

Приложение А

Удельные выбросы загрязняющих веществ от животных, содержащихся на скотобазах (*0,000001 г/с *1 ц живой массы) при ежедневном удалении навоза

Загрязняющее вещество	Период	Предубойное содержание			
		КРС	МРС (коз,овец)	Свиней	Кур
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц живой массы)	Т	1700	1630	1830	1930
	П	1330	1050	1340	1540
	Х	1520	1420	1600	1760
Аммиак	Т	290	180	140	260
	П				
	Х				
Сероводород	Т	4,0	10,0	10,0	13,0
	П				
	Х				
Фенол	Т	0,4	2,0	0,8	0,3
	П				
	Х				
Альдегид пропионовый	Т	2,8	3,4	6,6	6,6
	П				
	Х				
Капроновая кислота	Т	3,4	6,8	1,0	80
	П				
	Х				
Метилмеркаптан	Т	0,12	0,27	0,3	1,3
	П				
	Х				
Диметилсульфид	Т	1,2	2,4	2,8	1,3
	П				
	Х				
Диметиламин	Т	24	68	5,5	26
	П				
	Х				
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	Т	47	100	100	165
	П				
	Х				

Примечания: 1. Удельные выбросы метана – 10,4 г/сут*1ц живой массы КРС.

2. Если навоз не удаляется из помещения, то на вторые сутки удельные выбросы удваиваются, на третьи – утраиваются и т.д.

Приложение Б

Удельные выбросы загрязняющих веществ (*0,000001 г/ц*1ц живой массы, кроме микроорганизмов) для свиноводческих комплексов с поголовьем: А) 12; Б) 24 и В) 36 тыс. свиней в год при ежедневном удалении навоза.

Загрязняющее вещество	Период	Супоросные мат-ки (маточник); голов/общий вес, ц			Подсосные мат-ки с поросятами; голов/общий вес, ц			Ремонтный молодняк; голов/общий вес, ц			Дорашивание отъемышей; голов/общий вес, ц			Откорм; голов/общий вес, ц			Логово с пунктом искусств. осеменения; голов/общий вес, ц		
		А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
		390	780	1170	100	200	300	230	460	690	2800	5600	8400	4000	8000	12000	280	560	840
		780	1560	2340	210	420	630	9	18	28	602	1204	1806	3067	6133	9200	560	1120	1680
Микроорган. (клеток/с на 1ц.жив. массы)	Т	160	170	180	155	165	175	160	165	162	100	110	120	175	190	195	205	215	225
	П	120	140	150	110	125	135	105	135	119	80	90	100	140	155	160	170	180	190
	Х	150	155	170	140	145	150	140	160	146	120	125	135	155	175	180	185	200	210
Аммиак	Т	74	77	74	-	-	50	-	-	37	50	51	52	39	41	43	65	65	67
	П	80	83	80	-	-	54	-	-	40	54	55	56	42	44	46	70	70	72
	Х	86	89	86	-	-	58	-	-	43	58	59	60	45	47	49	75	75	77
Меркаптаны по метилмеркаптану	Т	14	13	13	-	-	7,5	-	-	4,7	12	13	14	4,7	4,7	6,7	5,6	7,5	6,6
	П	15	14	14	-	-	8	-	-	5	13	14	15	5	5	7	6	8	7
	Х	16	15	15	-	-	8,5	-	-	5,3	14	15	16	5,3	5,3	7,4	6,4	8,5	7,4
Сероводород	Т	14	11	10	-	-	6,2	-	-	2,3	9	10	11	4,1	4,2	4,3	4,5	4,6	4,7
	П	15	12	11	-	-	6,6	-	-	2,4	10	11	12	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5
	Х	16	13	12	-	-	7	-	-	2,5	11	12	13	4,7	4,8	4,9	5,1	5,2	5,3
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	Т										46	56	70	40	46	55	55	65	75
	П	190	195	195			110	135	140	145	40	42	56	30	38	50	50	55	60
	Х										45	35	49	45	44	45	50	45	50

Примечания: 1. Удельные выбросы фенола, альдегида пропионового, капроновой кислоты, диметилсульфида диметиламина берутся из Прил. 30.2. если животные находятся в отопливаемых помещениях, то для расчетов используются удельные выбросы, установленные для теплового периода. 3. Если удаление навоза не производится, то на вторые сутки удельные выбросы удваиваются, на третьи – утраиваются.

Удельные выбросы загрязняющих веществ (*0,000001 г/с *1 ц живой массы, кроме микроорганизмов)
для свиноводческих комплексов с поголовьем: Г) 54 и Д) 108 тыс. свиней в год при ежедневном удалении навоза

Загрязняющее вещество	Период	Холостые осемененные свиноматки и хряки; голов/общий вес, ц		Супоросные свиноматки; голов/общий вес, ц		Подсосные матки с поросятами; голов/общий вес, ц		Дорацивание поросят, отстав. в росте «Пигбалий»; голов/общий вес, ц		Дорацивание поросят-отъемышей; голов/общий вес, ц		Откорм свиней; голов/общий вес, ц	
		Г	Д	Г	Д	Г	Д	Г	Д	Г	Д	Г	Д
		1260	2500	1748	3496	480	960	1008	2016	12600	25200	18000	36000
		2520	5000	3496	6992	1008	2016	40,3	80,6	2713	5426	13800	27600
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц живой массы)	Т	1020	1730	1740	1840	1620	1700	1630	1640	1590	1830	1760	1930
	П	1290	1520	1390	1480	1190	1330	1055	1350	1140	1340	1400	1540
	Х	1380	1660	1540	1680	1460	1520	1425	1580	1410	1600	1560	1760
Аммиак	Т	182	210	245	260	125	160	100	105	180	180	254	260
	П	177	195	210	230	110	132	105	120	220	183	250	248
	Х	190	190	205	200	160	170	150	160	180	176	210	200
Сероводород	Т	0,9	1,2	1	1,2	0,8	0,9	0,7	0,9	0,8	1,0	1,0	1,3
	П	1,0	1,2	1,3	1,3	0,7	0,6	0,4	0,5	1,0	1,0	1,3	2,4
	Х	1,1	2	1,3	2,2	0,9	1,2	0,9	1,3	1,1	1,8	1,3	2,4
Меркаптаны (по метилмеркаптану)	Т	2,7	3,1	2,8	3,1	2,6	2,9	2,4	2,7	2,6	2,9	3	3,1
	П	2,4	2,5	2,6	2,5	2,1	2,3	2,0	2,2	2,1	2,3	2,6	2,7
	Х	2,6	2,8	2,8	3	2,7	2,7	2,9	2,7	2,6	2,7	2,7	2,9
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	Т	46	70	51	84	45	60	40	55	46	65	55	75
	П	40	56	47	57	37	52	30	50	38	55	50	60
	Х	45	49	49	51	46	45	45	45	44	45	50	50

Примечание: Если удаление навоза гидросмывом не производится более суток, то за каждые последующие сутки удельные выбросы увеличиваются на 25% .

Приложение Г

Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (*0,000001г/с*1 ц живой массы, кроме микроорганизмов) для различных этапов хранения и биологической очистки свиного навоза с поголовьем А) 12, Б) 24, В) 36, и Г) 54 тыс. свиней в год при ежедневном поступлении навоза

Загрязняющее вещество	Период	Навозонакопитель			Пруд-осветлитель			Цех разделения навоза на фракции	Первичные отстойники жидкой фракции	Сооружения биочистки 1,11 и 111 ступени (в сумме)	Минерализаторы избыточного ила и осадка	Площадка компостирования твердой фракции навозных стоков	Другие источники выбросов загрязняющих веществ	Всего по комплексу неорганизованных выбросов загрязняющих веществ на 1 ц живой массы			
		А	Б	В	А	Б	В	Г	Г	Г	Г	Г	Г	А	Б	В	Г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц живой массы)	Г	300	1600	4100	-	5400	2400	27	5	247	41	120	10000	6750	7000	6500	10440
	П							14	4	146	24	76	6000				6264
	Х							1	2,6	44	6,3	32	1954				2040
Аммиак	Г	1700	840	860	-	2240	1190	0,4	3,7	139,9	54	15	5757	2565	3080	2050	5970
	П							0,2	1,8	72	27	10	3000				3111
	Х							0,1	0,1	3,8	0,3	5,7	270				280
Сероводород	Г	500	370	440	-	640	580	0,5	6,2	107	84	17,3	1870	1060	1100	1020	2085
	П							0,3	3,5	57	43	11,2	1000				1115
	Х							0,1	0,7	7	1,5	5,7	130				
Меркаптаны (по метилмеркаптану)	Г	1020	690	430	-	1720	1100							1970	2410	1530	
	П																
	Х																

Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (*0,000001г/с*1 ц живой массы, кроме микроорганизмов) для различных этапов хранения и биологической очистки свиного навоза с поголовьем 108 тыс. свиней в год при ежедневном поступлении навоза

Загрязняющее вещество	Период	Центральная насосная станция с приемным резервуаром	Цех разделения навоза на фракции	Вертикальные отстойники жидкой фракции	Сооружения первой ступени биологической очистки	Канализационная насосная станция	Сооружения второй ступени биологической очистки	Приемники избыточного ила и осадка	Площадка компостирования твердой фракции навозных стоков	Пруды-накопители очищенных стоков	Очистные сооружения, всего
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц живой массы)	Т	0,01	1,6	0,6	27,3	0,02	9,3	82,0	8,2	2584,0	2713,0
	П	0,01	1,0	0,5	20,6	0,01	7,0	61,0	6,4	1580,0	1676,0
	Х	0,005	0,45	0,3	14,0	0,008	4,6	39,0	4,6	575,0	638,0
Аммиак	Т	0,1	0,5	2,3	109,0	0,1	24,0	550,0	64,0	16060,0	16810,0
	П	0,1	0,6	3,2	128,0	0,1	26,0	27,0	35,0	9910,0	10381,0
	Х	0,1	0,6	4,3	148,0	0,1	28,0	6,0	6,0	3761,0	3954,0
Сероводород	Т	0,1	3,0	5,7	17,6	0,2	18,0	2,0	10,0	4015,0	4094,0
	П	0,1	1,9	6,2	169,0	0,2	16,0	42,0	7,2	4404,0	4637,0
	Х	0,1	0,8	6,6	320,0	0,2	14,0	42,0	4,0	4792,0	5180,0

Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (*0,00001 г/с*1 ц живой массы, кроме микроорганизмов) для различных этапов хранения и биологической очистки свиного навоза с поголовьем 216 тыс. свиней в год при ежедневном поступлении навоза.

Загрязняющее вещество	Период	Центральная насосная станция с приемным резервуаром	Цех разделения навоза на фракции	Резервуары усреднителя жидкой фракции	Первичные отстойники жидкой фракции	Приемники осадка	Сооружения биологической очистки	Резервуары осветленных стоков	Приемник избыточного ила	Площадка компостирования твердой фракции	Пруды накопители осветленных стоков	Биопруды	Очистные сооружения, всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Микроорганизмы (клеток/с на 1ц.жив. массы)	Т	0,16	1,6	1,1	7,3	0,2	0,7	0,05	0,9	13	222	319	566
	П	0,08	1	0,6	6,4	0,13	0,8	0,05	0,7	14	390	562	976
	Х	0,02	0,4	0,2	5,6	0,1	0,9	0,06	0,5	15	557	806	1386
Аммиак	Т	1,2	2	4,1	34	0,1	2	0,6	4,1	163	22050	29005	51265
	П	0,9	1,6	3,5	27	0,1	2,2	0,6	3,9	160	25580	19880	45660
	Х	0,7	1,3	2,9	21	0,1	2,5	0,6	3,7	156	29110	10980	40280
Сероводород	Т	0,9	2	21	78	10,8	5,5	0,5	2,8	23	431	615	1190
	П	0,7	2	12,3	56,3	9,4	6,8	0,5	1,8	31	936	1282	2340
	Х	0,5	2,1	3,6	35	8	3,1	0,5	0,8	39	1441	1950	3490

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (*0,000001 г/с*1 ц живой массы, кроме микроорганизмов) от: А) молочного комплекса на 1200 животных общей массой 4800 ц; Б) комплекса по выращиванию 2500 нетелей общей массой 5216 ц; В) комплекса по откорму 10000 голов КРС общей массой 30000 ц при ежедневном удалении навоза.

Загрязняющее вещество	Период	Помещение для 200 коров	Карантинное помещение для 160 телят	Карантинное помещение для 80 телят	Карантинное помещение для 180 телят	Помещение для 300 телок	Помещение для 250 нетелей	Помещение для 330 голов КРС	Помещение для 980 голов КРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Микроорганизмы (клеток/с на 1 ц жив.массы)	Т	585	450	380	400	400	380	900	930
	П								
	Х								
Аммиак	Т	284	425	425	425	425	425	240	240
	П								
	Х								
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	Т	20	10	10	10	10	10	7	7
	П								
	Х								

Примечание: 1. Дополнительные сведения об удельных выбросах загрязняющих веществ от КРС приведены в Приложении 1

2. Расход кислорода на окисление загрязняющих веществ составляет в среднем 0,5 мг/с 1ц.ж.м. КРС

3. Удельный выброс метана составляет в среднем 3 мг/с 1 ц.ж.м. КРС

4. Удельный выброс углекислого газа составляет в среднем 19 мг/с 1 ц.ж.м. КРС

Иванова Елена Павловна

Практикум по сельскохозяйственной экологии

Подписано в печать 2015 г.

Формат 60x90 1/16. Бумага типографская

Печать офсетная. Уч.-изд. л. 8,7 Тираж 300 экз. Заказ

ФГБОУ ВПО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия».

692510. Уссурийск, пр. Блюхера, 44

Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВПО «Приморской государственной сельскохозяйственной академии».

692508. Уссурийск, ул. Раздольная, 8